

Dette værk er downloadet fra Danskernes Historie Online

Danskernes Historie Online er Danmarks største digitaliseringsprojekt af litteratur inden for emner som personalhistorie, lokalhistorie og slægtsforskning. Biblioteket hører under den almennyttige forening Danske Slægtsforskere. Vi bevarer vores fælles kulturarv, digitaliserer den og stiller den til rådighed for alle interesserede.

Støt vores arbejde – Bliv sponsor

Som sponsor i biblioteket opnår du en række fordele. Læs mere om fordele og sponsorat her:

<https://slaegtsbibliotek.dk/sponsorat>

Ophavsret

Biblioteket indeholder værker både med og uden ophavsret. For værker, som er omfattet af ophavsret, må PDF-filen kun benyttes til personligt brug.

Links

Slægtsforskerens Bibliotek: <https://slaegtsbibliotek.dk>

Danske Slægtsforskere: <https://slaegt.dk>



KØBENHAVNS UNIVERSITETS

ALMANAK

SKRIV- OG
REJSE-KALENDER
FOR DET ÅR EFTER KRISTI FØDSEL

2006

SOM ER DET ANDET
ÅR EFTER SKUDÅR

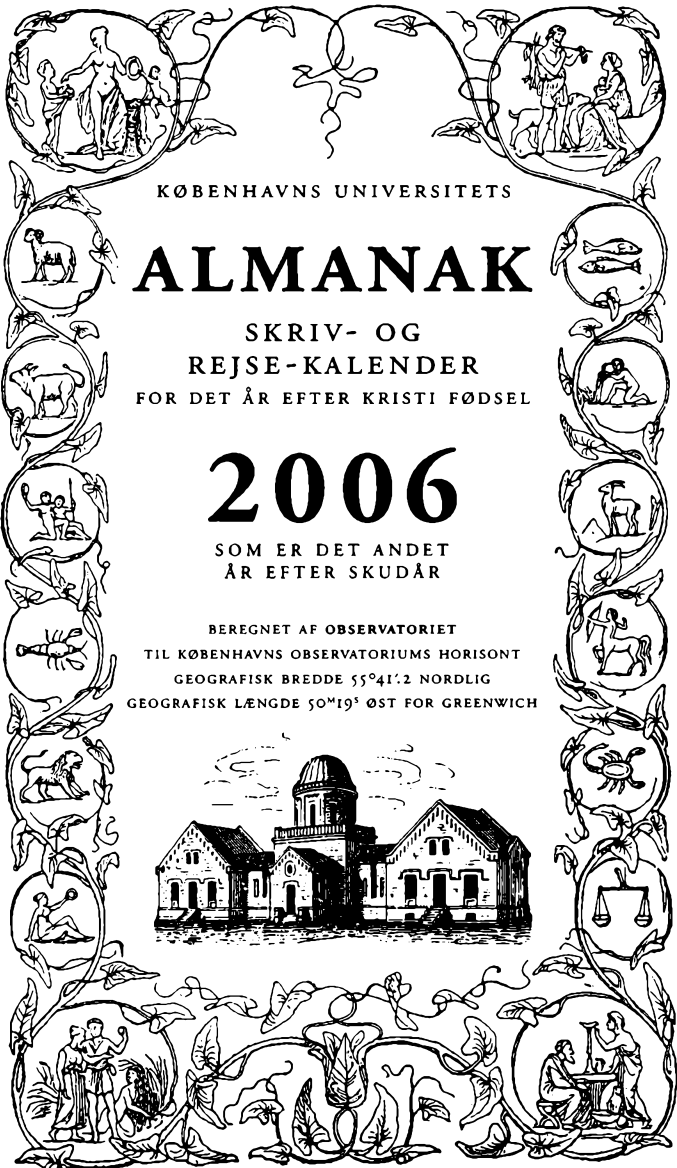
BEREGNET AF OBSERVATORIET
TIL KØBENHAVNS OBSERVATORIUMS HORISONT
GEOGRAFISK BREDDE $55^{\circ}41'2$ NORDLIG
GEOGRAFISK LÆNGDE $50^{\text{M}}19^{\text{S}}$ ØST FOR GREENWICH



Indholdsfortegnelse

Alfabetisk flag- og morsetegn	92
Asteroiderne	65
Astronomiske fænomener 2006.....	66
Bjørnedyrenes fantastiske biologi (artikel)	152
Dagens længde.....	71
Farvandsafmærkninger.....	88
Farvandsinddeling.....	90
Flagdage 2006.....	15
Formørkelser i året 2006	10
Fra Støv til Liv (artikel)	132
Geografiske positioner, danske.....	80
Græsk-katolske helligdage i 2006, vigtige.....	13
Gyldentallet og Epakten	8
Hvad nu HVIS der findes intelligent liv på andre planeter? (artikel).....	119
Højvande 2006.....	73
Islamisk kalender 2006.....	14
Jagttider (Bekendtgørelse om jagttid for visse pattedyr og fugle m.v.).....	168
Jordmagnetiske forhold i Danmark	91
Kalendarium for året 2006	16
Kalendarium for 1751-2050	15
Kirkeåret.....	13
Klokkeslæt, kalenderens	41
Kometerne.....	65
Kongehus, det danske	9
Livet i verdens mindste og ældste økosystemer (artikel).....	138
Livets grønlandske barndom (artikel)	147
Markedsfortegnelse for 2006.....	173
Mosaik kalender 2006.....	12
Møntsystem, det danske	176
Møntsystemer i fremmede lande.....	176
Mål og vægt.....	178
Noteringskalender 2006.....	187
Oversigtskalender.....	185
Planeterne.....	48
Planeterne i 2006	45
Planeternes måner.....	63
Planeternes positioner 2006.....	61
Planeternes op- og nedgang i året, oversigt over.....	46
Planeter omkring andre stjerner – er de beboelige? (artikel).....	106
Påskedag i årene 1980-2019.....	7
Romersk-katolske festdage i 2006	13
Slotsholmen – en ø med fokus på magten (artikel).....	98
Solcirklen og søndagsbogstavet.....	8
Solen og planeternes årlige bevægelser	44
Solen, retning til	43
Solens længde og indgangsdage i dyrekredsens tegn 2006.....	44
Solens middagshøjde	44

fortsættes på omslagets side 3



KØBENHAVNS UNIVERSITETS

ALMANAK

SKRIV- OG
REJSE-KALENDER
FOR DET ÅR EFTER KRISTI FØDSEL

2006

SOM ER DET ANDET
ÅR EFTER SKUDÅR

BEREGNET AF OBSERVATORIET
TIL KØBENHAVNS OBSERVATORIUMS HORISONT
GEOGRAFISK BREDDE $55^{\circ}41'2$ NORDLIG
GEOGRAFISK LÆNGDE $50^{\circ}19'$ ØST FOR GREENWICH



© copyright: K.U.

Udgivet af Københavns Universitet.

I kommission hos Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck,
Landemærket 11, 5. sal
1119 København K.

Trykt hos Schultz Grafisk.

Redaktion: Nils Koudahl.

Det astronomiske stof udregnet af:
Lektor, Fil.dr. Birgitta Nordström,
Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet

Den geografiske længde for Københavns Observatorium, som er angivet på omslaget, er givet i tidsmål i forhold Greenwich. Da en time svarer til 15 grader i buemål er længden for Observatoriet i buemål $12^{\circ} 34,7'$ østlig længde.

Redaktionen afsluttet: 1. oktober 2005

ISBN-13: 978-87-17-03837-0
ISBN-10: 87-17-03837-5

Mangfoldiggørelse af indholdet af denne bog eller dele deraf er i henhold til gældende dansk lov om ophavsret ikke tilladt uden forudgående aftale med Københavns Universitet (redaktionen). Dette forbud gælder både tekst og illustrationer og omfatter enhver form for mangfoldiggørelse, det være sig ved trykning, fotokopiering, duplikering, båndindspilning, lagring på elektroniske medier m.m.

Kalendarium

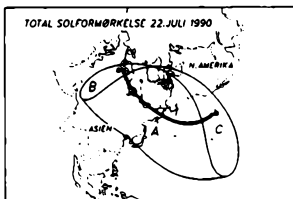
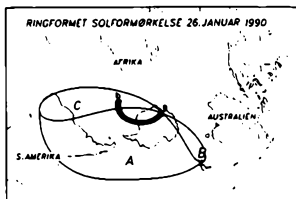
Kalendarium for 2007, til brug ved fremstilling af kalendere, kan erhverves fra Københavns Universitet. Kalendarium foreligger januar 2006. Skriftlig bestilling sendes til:

Københavns Universitet,
Det naturvidenskabelige Fakultet,
ALMANAKKEN,
Øster Voldgade 3,
1350 København K.

Pris kr. 2.000,- + moms. Der gives ret til at anvende de deri givne oplysninger til én nærmere angivet kalender/almanak.

Beregninger udført til bestemte lokaliteter eller til specielle formål kan bestilles efter aftale med Birgitta Nordström, Niels Bohr Institutet (birgitta@astro.ku.dk).

Eksempel på indholdet:



*** Sol ***

** København 1990 **

*** Måne ***

Januar

Uge 1
Dag 1
R. 1 8^h 41^m 12^h 12^m 15^h 45^m 7^h 4^m

1^{ste} kv. Måne 8.8-13.

1^{ste} kv. L. 2.21.

Dag	Opp.	Kulm.	Nedd.	Dagens længde	h	m
Ti. 2	0 41	12 14	15 48	7 9		
O. 3	0 41	12 14	15 48	7 7	Tusmørket varer 45 ^m	
To. 4	0 40	12 10	15 49	7 10	☉ F.k.v. 11 ^h 40 ^m	
F. 5	0 40	12 18	15 50	7 10		
L. 6	0 38	12 15	15 52	7 12		
S. 7	0 38	12 10	15 53	7 15	Måne 3 kv. 1 ^{ste} kv.	

2^{de} kv. Måne 14.1-10.
2^{de} kv. L. 2.42 11^{te} kv.

Uge 2
Dag 8
R. 8 0 38 12 18 15 55 7 17

Ti. 9 0 37 12 17 15 56 7 19

O. 10 0 37 12 17 15 58 7 21

To. 11 0 36 12 18 16 0 7 24

F. 12 0 35 12 18 16 1 7 27

L. 13 0 34 12 18 16 3 7 29

S. 14 0 33 12 19 16 5 7 32

3^{de} kv. Måne 16.1-10.

3^{de} kv. L. 2.11.

Uge 3
Dag 15
R. 15 0 32 12 19 16 7 7 35

Ti. 16 0 31 12 19 16 9 7 38

O. 17 0 30 12 20 16 11 7 41

To. 18 0 29 12 20 16 14 7 44

F. 19 0 27 12 20 16 14 7 47

L. 20 0 26 12 21 16 16 7 51

S. 21 0 24 12 21 16 18 7 54

4^{de} kv. Måne 17.8-10.

4^{de} kv. L. 2.13.

Uge 4
Dag 22
R. 22 0 23 12 21 16 20 7 56

Ti. 23 0 21 12 22 16 22 8 1

O. 24 0 20 12 22 16 24 8 5

To. 25 0 18 12 22 16 26 8 9

F. 26 0 17 12 22 16 28 8 12

L. 27 0 15 12 23 16 31 8 16

S. 28 0 13 12 23 16 33 8 20

5^{de} kv. Måne 18.22-33.

5^{de} kv. L. 2.23-27.

Uge 5
Dag 29
R. 29 0 11 12 23 16 35 8 23

Ti. 30 0 10 12 23 16 37 8 27

O. 31 0 8 12 23 16 39 8 31

Tusmørket varer 45^m

Januar

Uge 1
Dag 1
R. 1 10^h 40^m 15^h 50^m 21^h 17^m

Ti. 2 10 40 16 36 22 44

O. 3 10 58 17 22 -

To. 4 11 5 18 11 0 12

F. 5 11 15 19 3 1 43

L. 6 11 30 19 58 3 17

S. 7 11 53 20 58 4 53

Uge 2
Dag 8
R. 8 12 30 22 1 8 34

Ti. 9 12 37 22 4 7 38

O. 10 14 48 - 8 30

To. 11 16 18 0 5 8 2

F. 12 17 47 1 2 8 22

L. 13 19 15 1 54 8 35

S. 14 20 38 2 41 9 44

Uge 3
Dag 15
R. 15 21 56 3 24 8 52

Ti. 16 22 13 4 6 8 58

O. 17 23 30 4 6 9 5

To. 18 0 29 5 28 10 13

F. 19 1 48 6 10 10 22

L. 20 3 4 8 34 10 35

S. 21 4 23 7 42 10 54

Uge 4
Dag 22
R. 22 5 37 8 22 11 23

Ti. 23 6 42 9 26 12 8

O. 24 7 30 10 19 13 13

To. 25 8 3 11 13 14 32

F. 26 8 24 12 8 16 0

L. 27 6 38 12 57 13 30

S. 28 8 49 - 13 46 16 58

Uge 5
Dag 29
R. 29 8 58 14 24 20 28

Ti. 30 9 9 15 21 21 57

O. 31 9 14 16 9 22 28

Thorkil Damsgaard Olsen

Nøgle til Almanakken

Nøglen er en uudværlig ledsager til Almanakken, der blev udsendt første gang i 1881. Den fortæller historierne, der ligger bag navnene på alle årets dage, uger og måneder. En både herlig og fornøjelig lille bog til alle Almanakbrugere. Bogen kan bruges år efter år.

Fås gennem alle boghandlere.

I kommission hos: Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck,
Købmagergade 49
1150 København K.

**Rigt
illustreret!**



Indbund. kr. 228.-

Københavns Universitet

Universitetsalmanakken

Siden Københavns Universitets oprettelse i 1479, har det været pålagt Universitetet eller visse af dets professorer, at udgive en almanak; således pålægger fonden af 1539 de to medicinske professorer vekselvis at udarbejde en almanak. Det ældste kendte eksemplar af disse Universitetsalmanakker stammer fra 1549, og fra midten af 1570'erne synes trykte almanakker at være udkommet regelmæssigt. Det astronomiske indhold i disse tidlige almanakker var nok så tyndt, hovedvægten var lagt på farverige forudsigelser vedrørende vejrlig, sundhed, politiske begivenheder m.m.

Universitetsalmanakkens nuværende form daterer sig til 1685 og er et resultat af en almanakreform, som sandsynligvis blev gennemført under indflydelse af Ole Rømer, der på det tidspunkt var bestyrer for observatoriet på Rundetårn. Universitetets eneret til at udgive almanakker og et forbud fra 1633 mod spådomme i almanakker blev da indskærpet under trussel om streng straf. Samtidig optræder på forsiden for første gang det velkendte træsnit af Rundetårn, som senere i 1864 blev erstattet af observatoriet på Østervold.

Eneretten er nu ophævet med virkning fra 1976. Ophævelsen medfører, at almanakker ikke længere skal indsendes til stempning på Universitetet og dermed er fritaget for afgift.

Indeværende år regnes efter Kristi fødsel	2006
Siden reformationen.....	489
Siden den oldenborgske stammes regerings begyndelse i dette rige ...	558
Siden vor allemådigste dronning, <i>dronning Margrethe den Andens</i> fødsel.....	66
Fra kong Christian den Femtes Danske Lov	323
Fra Danmarks grundlov	157

Året 2006 er det 6719de i den julianske periode.
31. december 2005 kl. 12 (UT) er JD = 2453736.00

Gyldentallet*	12	Solcirklen*	27
Epakten*	30	Søndagsbogstavet*	A

* Se side 8.

1. påskedag i årene 1980-2019

1980	6. april	1990	15. april	2000	23. april	2010	4. april
81	19. april	91	31. marts	1	15. april	11	24. april
82	11. april	92	19. april	2	31. marts	12	8. april
83	3. april	93	11. april	3	20. april	13	31. marts
84	22. april	94	3. april	4	11. april	14	20. april
85	7. april	95	16. april	5	27. marts	15	5. april
86	30. marts	96	7. april	6	16. april	16	27. marts
87	19. april	97	30. marts	7	8. april	17	16. april
88	3. april	98	12. april	8	23. marts	18	1. april
1989	26. marts	1999	4. april	2009	12. april	2019	21. april

Solcirklen og søndagsbogstavet anvendes til at fastlægge søndagenes placering i året. Et almindeligt år har 52 uger og 1 dag, et sådant år vil altså ende med samme dag, hvormed det er begyndt. Et skudår har 52 uger og 2 dage, det vil altså ende med dagen efter den ugedag, hvormed det er begyndt. Den orden, i hvilken ugedagene falder i løbet af 28 år på en bestemt dag i året, er nøjagtig den samme, som i de foregående 28 år. Denne periode kaldes solcirklen. Solcirkelens talværdi angiver årets plads i denne periode.

For at betegne dagene i året tildeles hver dag et af bogstaverne A-G, således at 1. jan. får bogstavet A, 2. jan. B osv. Når G nås begyndes forfra med A. Søndagsbogstavet for et givent år er da bogstavet, der findes ved søndagene. I skudår tildeles skuddagen 24. feb. samme bogstav som 23. feb., således at der i skudår forekommer to søndagsbogstaver, ét før og ét efter skuddagen.

Disse tal kan forudberegnes, idet solcirklen vokser med én hvert år, og ved at der altid til samme solcirkel svarer samme søndagsbogstav (Tabel 1). Ved hjælp af søndagsbogstavet kan en ugedag angives for en bestemt dato i et givent år.

Tabel 1

Solcirklen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28					
Søndags- bogstav Før 1582	G	E	D	C	B	G	F	E	D	B	A	G	F	D	C	B	A	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A			
1582-1699	C	A	G	F	E	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A				
1700-1799	D	B	A	G	F	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A			
1800-1899	E	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	
1900-2099	F	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A	G	F	E	D	C	B	A

Gyldentallet og epakten er tal der benyttes til at fastlægge påsken og de bevægelige helligdage i året. Gyldentallet angiver årets plads i den 19-årige månecyklus, der opstår ved at 19 år meget nær svarer til 235 perioder for Månens faser. Epakten angiver det antal dage, der er forløbet fra sidste nymåne i det foregående år indtil 1. jan.

Disse tal kan forudberegnes, idet gyldentallet vokser med én hvert år, og ved at der til samme gyldental svarer en bestemt epakt (Tabel 2).

Ud fra epakten kan nymånen beregnes, idet der i gennemsnit forløber 29.53 dage mellem 2 nymåner. Nymåne beregnet ved gyldental og epakt giver mindre afvigelser fra de nøjagtige tidspunkter for nymåne.

Tabel 2

Gyldental	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Epakt før 1582	30	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18
1582-1699	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19
1700-1899	30	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18
1900-2099	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	30	11	22	3	14	25	6	17



Det danske kongehus

Margrethe II, Danmarks Dronning, født 16. april 1940, succederede 14. januar 1972, gift 10. juni 1967 med **Henrik**, prins af Danmark, født greve de Laborde de Monpezat, født 11. juni 1934.

Sønner: 1) **Frederik André Henrik Christian**, født 26. maj 1968, gift 14. maj 2004 med **Mary Elizabeth Donaldson**, født 5. februar 1972. Barn: Unavngiven dreng, født 15.10.2005. 2) **Joachim Holger Waldemar Christian**, født 7. juni 1969, gift 18. november 1995 med **Alexandra Christina**, født Manley, født 30. juni 1964 (skilt 8. april 2005). Børn: a) **Nikolai William Alexander Frederik**, født 28. august 1999. b) **Felix Henrik Valdemar Christian**, født 22. juli 2002.

Søstre: 1) **Benedikte Astrid Ingeborg Ingrid**, født 29. april 1944, gift 3. februar 1968 med **Richard Casimir Karl August Konstantin**, prins til Sayn-Wittgenstein-Berleburg, født 29. oktober 1934. Børn: a) **Gustav Frederik Philip Richard**, født 12. januar 1969. b) **Alexandra Rosemarie Ingrid Benedikte**, født 20. november 1970, gift 6. juni 1998 med Jefferson-Friedrich Volker Benjamin Graf von Pfeil und Klein-Eilguth, født 12. juli 1967. c) **Nathalie Xenia Margareta Benedikte**, født 2. maj 1975. 2) **Anne-Marie Dagmar Ingrid**, født 30. august 1946, gift 18. september 1964 med Hans Majestæt **Konstantin II**, førhen Hellenernes konge, født 2. juni 1940.

Moder: Dronning **Ingrid Victoria Sofia Louise Margareta**, født Sveriges prinsesse, født 28. marts 1910, død 7. november 2000, gift 24. maj 1935 med **Kong Frederik IX**, født 11. marts 1899, død 14. januar 1972.

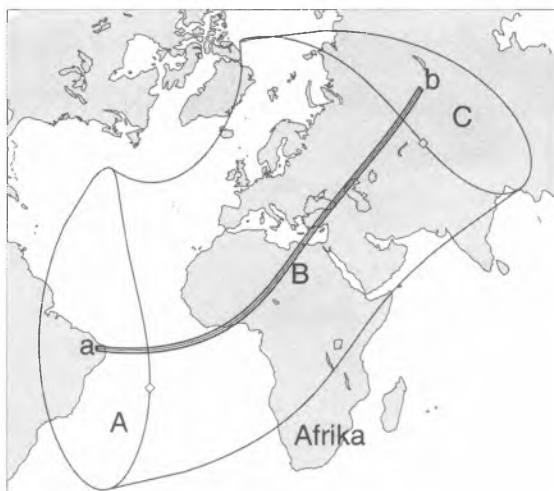
Farbroder: Arveprins **Knud Christian Frederik Michael**, født 27. juli 1900, død 14. juni 1976, gift 8. september 1933 med **Caroline-Mathilde Louise Dagmar Christiane Maud Augusta Ingeborg Thyra Adelheid**, født 27. april 1912, død 14. december 1995.

Datter: **Elisabeth Caroline-Mathilde Alexandrine Helena Olga Thyra Feodora Estrid Margarethe Désirée**, født 8. maj 1935.

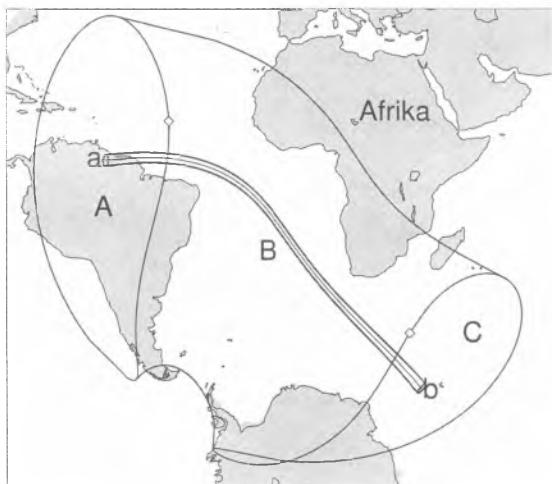
Formørkelser i året 2006

1. *Total solformørkelse den 29. marts.* Synlig som partiel formørkelse i Danmark.
Formørkelsens synlighedsområde fremgår af kortet på modstående side. I område **B** vil formørkelsen være synlig i hele sin udstrækning. I område **A** vil formørkelsen være påbegyndt ved solopgang og i område **C** vil Solen gå ned før formørkelsen er afsluttet. Formørkelsen går i retning fra **a** til **b** og er total langs kurven **a-b**.
I København begynder den partielle fase kl. 11^h 56^m og slutter kl. 13^h 45^m. Formørkelsens midte er kl. 12^h 51^m. Tidspunkterne er angivet i sommertid.
2. *Ringformet solformørkelse den 22. september.* Ikke synlig i Danmark.
Formørkelsens synlighedsområde fremgår af kortet på modstående side. I område **B** vil formørkelsen være synlig i hele sin udstrækning. I område **A** vil formørkelsen være påbegyndt ved solopgang og i område **C** vil Solen gå ned før formørkelsen er afsluttet. Kurven fra **a** (maksimal formørkelse ved solopgang) til **b** (maksimal formørkelse ved solnedgang) viser formørkelsens retning.
3. *Penumbra l måneformørkelse den 14.-15. marts.* I København begynder formørkelsen den 14. marts kl. 22^h 21^m og slutter den 15. marts kl. 03^h 13^m.
4. *Partiel måneformørkelse den 7. september.* Den partielle fase begynder kl. 20^h 05^m og slutter kl. 21^h 37^m. Tidspunkterne er angivet i sommertid.

Total solformørkelse 29. marts 2006



Ringformet solformørkelse 22. september 2006



Mosaisk kalender 2006

5765 – 2006/2007

1	Shvat		Rosh Chodesh	2006	jan.	30
1	Adar		Rosh Chodesh	–	marts	1
1	–	Sheri		–		
11	–	Esters fastedag	Ta'anit Ester	–	–	13
14	–	Purim	Purim	–	–	14
15	–	Shushan-Purim	Shushan-Purim	–	–	15
1	Nisan		Rosh Chodesh	–	–	30
15	–	1ste påskedag	Jom alef shel Pesach	–	april	13
16	–	2den påskedag	Jom bet shel Pesach	–	–	14
21	–	7de påskedag	Shevi'i shel Pesach	–	–	19
22	–	8de påskedag	Acharon shel Pesach	–	–	20
1	Ijar		Rosh Chodesh	–	–	29
3	–	Israels uafhængighedsdag	Jom Ha'atzmaut	–	maj	3
18	–		Lag b'omer	–	–	16
28	–	Jerusalem dagen	Jom			
			Jerushalajim	–	–	26
1	Sivan		Rosh Chodesh	–	–	28
6	–	Ugefestens 1. dag	Shavuot	–	juni	2
7	–	Ugefestens 2. dag	Shavuot	–	–	3
1	Tamuz		Rosh Chodesh	–	–	27
17	–	Fastedag	Shivah asar b'tamuz	–	juli	13
1	Aw		Rosh Chodesh	–	–	26
9	–	Fastedag	Tishah b'aw	–	aug.	3
1	Elul		Rosh Chodesh	–	–	25
10	Tevet	Fastedag	Asarah b'tevet	2007	jan.	10

5766 – 2006/2007

1	Tishri	Nytårsfestens 1. dag	Rosh Hashanah	2006	sep.	23
2	–	Nytårsfestens 2. dag	Rosh Hashanah	–	–	24
10	–	Forsoningsdagen	Jom Kippur	–	okt.	2
15	–	Løvsalsfestens 1. dag	Sukkot	–	–	7
16	–	Løvsalsfestens 2. dag	Sukkot	–	–	8
22	–	Slutningsfest	Shemini Atzeret	–	–	14
23	–	Toraens glædesfest	Simchat Torah	–	–	15
1	Cheshvan		Rosh Chodesh	–	–	23
1	Kislev		Rosh Chodesh	–	nov.	22
25	–	Templets indvielsesfest	Chanukah	–	dec.	16
1	Tevet		Rosh Chodesh	–	–	22
10	–	Fastedag	Asarah b'tevet	–	–	31

Enhver festdag begynder den foregående aften, og de udhævede fejres strengt.

Kirkeåret

I kirkeåret 2005-2006, der ender søndag den 26. november, vil der normalt blive prædikeret over den anden række af evangelietekster.

I kirkeåret 2006-2007, der begynder med første søndag i advent (3. december), vil der normalt blive prædikeret over den første tekstrække.

Den tekstrække, hvorover der normalt bliver prædikeret, kendetegnes i kalenderen ved tekstord, kapitel og vers.

Romersk-katolske festdage m.m. i 2006

Foruden de altid på en søndag faldende hovedfester, 1. påskedag og 1. pinsedag, højtideligholdes endvidere følgende fester og helligdage:

Maria, Gudsmoder	1. januar
Herrens åbenbarelse (Epifani)	8. januar
Sankt Ansgar, Bispedømmets værnehelgen	29. januar
Herrens fremstilling (Kyndelmisse)	5. februar
Skærtorsdag	13. april
Langfredag	14. april
Kristi himmelfartsdag	25. maj
Kristi legems- og blods fest	18. juni
Apostlene Peter og Paulus	25. juni
Jomfru Marias optagelse i Himmelen	20. august
Alle Helgens dag	5. november
Alle sjæles dag	6. november
Herrens fødsel	25. december

Påbudte helligdage er alle søndage samt juledag og Kristi himmelfartsdag. – **Faste- og abstinensdage** er kun følgende to dage: askeonsdag (1. marts) og langfredag (14. april). – Alle fredage er **bødsdage**. – Tiden for den pligtmæssige **påsekommunion** varer fra palmesøndag (9. april) til 1. pinsedag (4. juni).

Vigtige Græsk-katolske helligdage i 2006

Trettendagen	6. januar
Mariæ bebudelsesdag	25. marts
Påskedag	23. april
Kristi himmelfartsdag	1. juni
Pinsedag	11. juni
Mariæ dødsdag	15. august
Juledag	25. december

Islamisk kalender 2006

1426-1427 efter hidjra

Den islamiske kalender er en månekalender, hvilket betyder, at et år består af 12 måneder, som regnes fra nymåne til nymåne. Årets længde bliver således 354 dage 8 timer 48 min. 36 sek. Til det normale års 354 dage føjes ca. hvert tredje år (11 gange i en cyklus på 30 år) en skuddag.

Udgangspunktet for den islamiske kalender er profeten Muhammads udvandring (hidjra) fra Mekka til Medina i året 622 e.Kr.

Månedernes arabiske navne er følgende:

Muharram	Radjab
Safar	Sha'bân
Rabi' al-awwal (Rabi' I)	Ramadân
Rabi' al-thâni (Rabi' II)	Shawwâl
Djumâdâ l-ûlâ (Djumâdâ I)	Dhû l-qa'da
Djumâdâ l-âkhira (Djumâdâ II)	Dhû l-hidjja

De vigtigste festdage er følgende:

1426 efter hidjra

'Îd al-adhâ (offerfesten, 10. Dhû l-hidjja) 10. januar

1427 efter hidjra

1. Muharram (nytår)	31. januar
'Âshûrâ (Husayns martyrium, 10. Muharram)	5. februar
Mawlid al-nabi (profeten Muhammads fødselsdag, 12. Rabi' I)	11. april
Ramadân (fastemåned)	24. sept.-23. okt.
Laylat al-qadr (skæbnenatten, 27. Ramadân)	20. oktober
'Îd al-fitr (fastebrydningens fest, 1.-3. Shawwâl)	24. okt.-26. okt.

Disse datoer kan variere 1-2 dage i de enkelte lande, fordi de fastsættes ud fra den lokale observation af nymånen med det blotte øje.

Ugenummerering

Den i kalendarier anvendte nummerering af ugerne er i overensstemmelse med den af Dansk Standardiseringsråd vedtagne standard.

Et ugenummer omfatter efter denne standard altid et tidsrum på 7 dage. Efter denne ugenummerering er mandag den første dag i ugen. Uge nr. 1 i et år er den første uge, som indeholder mindst 4 dage af det nye år. Da den første dag i en uge er mandag, er uge nr. 1 i et år altså den uge, som indeholder den første torsdag i januar.

Kalendarium for 1751–2050

Ved et kalendarium forstås en fortegnelse over årets søn- og helligdage. De bevægelige helligdage fastlægges ud fra påskedag, der falder på den første søndag efter den første fuldmåne efter forårsjævndøgn. Påske fuldmåne beregnes efter den Gaussiske påskeregul, eller ved hjælp af gyldentallet og epakten (side 8), og kan afvige 1-2 dage fra den astronomiske fuldmåne.

Når datoen for påskedag er fastlagt, kan datoerne for de bevægelige fester findes ud fra denne, og rækkefølgen af søndagene i kirkeåret kan let konstrueres. Nu kan 1. påskedag falde på en hvilken som helst dato i tidsrummet fra 22. marts til 25. april, dvs. på i alt 35 forskellige datoer. Når påskedag to år falder på samme dato, er kalendarierne for disse år fuldstændig ens. Der forekommer altså i alt 35 forskellige kalendarier. Disse er opført i tabel I (bag i bogen), og nummeret fra 1-35. Er året et skudår anvendes i januar og februar tabel II. Tabel III viser hvilket kalendarium der skal anvendes et givet år i perioden 1751-2050. Tabel IV viser hvilke år et givet kalendarium anvendes. Af pladshensyn er kun søndage opført i tabel I og II; datoer for de øvrige fest- og helligdage kan findes af tabel V.

Flagdage 2006

1. januar.....	Nytårsdag
5. februar.....	Kronprinsesse Marys fødselsdag
9. april.....	Danmarks besættelse (flagning på halv stang indtil kl. 12.00, hvorefter på hel stang)
14. april.....	Langfredag (flagning på halv stang)
16. april.....	Påskedag
16. april.....	Dronning Margrethe 2.s. fødselsdag
29. april.....	Prinsesse Benediktes fødselsdag
5. maj.....	Danmarks befrielsesdag
25. maj.....	Kristi himmelfartsdag
26. maj.....	Kronprins Frederiks fødselsdag
4. juni.....	Pinsedag
5. juni.....	Grundlovsdag
7. juni.....	Prins Joachims fødselsdag
11. juni.....	Prins Henriks fødselsdag
15. juni.....	Valdemarsdag og Genforeningsdag
25. december.....	Juledag

Orlogs- og nationsflag



Orlogsflag og -Gøs



Nations- og handelsflag

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 7 ^h 4 ^m og tiltager i månedens løb 1 ^h 28 ^m			Solen ☉							
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.				
Uge 52			h	m	h	m	o	,	h	m
S.	1	Nytårsdag ☾ nærmest Jorden Vega kulm. midn. m.n. Solens radius 16' 16"	8	42	12	13	-23	0	15	45
<i>Fadervor. Matt. 6,5-13</i>										
M.	2	Abel	Uge 1							
Ti.	3	Enoch	8	41	12	14	-22	55	15	46
O.	4	Methusalem		41		14	-22	49		48
To.	5	Simeon		41		15	-22	43		49
F.	6	Hellig 3 konger ☉ f. kv. 19 ^h 56 ^m		40		15	-22	36		50
L.	7	Knud, hertug		40		16	-22	29		52
S.	8	1.s.e.h.3 k. Erhardt		39		16	-22	22		53
<i>Jesus velsigner de små børn. Mark. 10,13-16</i>				38		16	-22	14		55
M.	9	Julianus	Uge 2							
Ti.	10	Paul eremit	8	38	12	17	-22	5	15	56
O.	11	Hyginus		37		17	-21	57		58
To.	12	Reinhold		36		18	-21	47	16	0
F.	13	Hilarius		35		18	-21	38		1
L.	14	Felix		34		18	-21	28		3
S.	15	2.s.e.h.3 k. Maurus		33		19	-21	17		5
<i>Den samaritanske kvinde. Joh. 4,5-26</i>				32		19	-21	6		7
M.	16	Marcellus	Uge 3							
Ti.	17	Antonius	8	31	12	19	-20	55	16	9
O.	18	Prisca		29		20	-20	43		11
To.	19	Pontianus		28		20	-20	31		12
F.	20	Fabian og Sebastian		27		20	-20	19		14
L.	21	Agnes		26		21	-20	6		16
S.	22	3.s.e.h.3 k. Vincentius ☉ s. kv. 16 ^h 14 ^m		24		21	-19	53		18
<i>Giv os en større tro. Luk. 17,5-10</i>				23		21	-19	39		20
M.	23	Emerentius	Uge 4							
Ti.	24	Timotheus	8	21	12	22	-19	25	16	22
O.	25	Pauli omv.		20		22	-19	11		24
To.	26	Polycarpus		18		22	-18	56		27
F.	27	Chrysostomus		16		22	-18	41		29
L.	28	Fred. 6.s. føds. Carolus Magnus		15		22	-18	26		31
S.	29	4.s.e.h.3 k. Valerius ☉ n.m. 15 ^h 15 ^m		13		23	-18	10		33
<i>Jesus vandrer på søen. Matt. 14,22-33</i>				11		23	-17	54		35
M.	30	Adelgunde	Uge 5							
Ti.	31	Vigilius	8	10	12	23	-17	38	16	37
				8		23	-17	21		39

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne			
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.
		h m	h m	h m				
S.	1	10 30	13 40	17 0	<i>Merkur ☿</i>			
					h m	h m	h m	
					1	7 43	11 10	14 36
					11	8 16	11 37	14 59
					21	8 32	12 8	15 44
M.	2	10 49	14 40	18 44	<i>Venus ♀</i>			
Ti.	3	11 1	15 35	20 25	1	9 21	13 33	17 45
O.	4	11 10	16 25	22 0	11	8 9	12 31	16 54
To.	5	11 16	17 13	23 31	21	6 59	11 27	15 55
F.	6	11 23	18 0	-	<i>Mars ♂</i>			
L.	7	11 30	18 47	1 1	1	12 10	19 58	3 48
S.	8	11 38	19 35	2 29	11	11 35	19 30	3 28
M.	9	11 50	20 26	3 59	21	11 2	19 5	3 11
Ti.	10	12 8	21 18	5 27	<i>Jupiter ♃</i>			
O.	11	12 36	22 13	6 50	1	3 39	8 11	12 44
To.	12	13 21	23 7	7 59	11	3 8	7 38	12 8
F.	13	14 23	-	8 48	21	2 37	7 4	11 31
L.	14	15 39	0 0	9 20	<i>Saturn ♄</i>			
S.	15	16 59	0 50	9 39	1	18 13	2 18	10 18
M.	16	18 19	1 38	9 52	11	17 30	1 35	9 37
Ti.	17	19 38	2 21	10 1	21	16 45	0 53	8 56
O.	18	20 53	3 3	10 7	<i>Uranus ♅</i>			
To.	19	22 8	3 42	10 12	1	10 57	16 4	21 11
F.	20	23 24	4 21	10 17	11	10 18	15 26	20 35
L.	21	-	5 1	10 21	21	9 39	14 49	19 58
S.	22	0 42	5 42	10 27	Middeltemperatur °C 1961-1990			
M.	23	2 4	6 26	10 35	Femdøgn	Karup	Kastrup	
Ti.	24	3 32	7 15	10 47	1-5	-0,9	-0,1	
O.	25	5 4	8 9	11 7	6-10	-1,5	-0,8	
To.	26	6 32	9 9	11 43	11-15	0,0	0,0	
F.	27	7 42	10 13	12 46	16-20	-0,1	0,3	
L.	28	8 27	11 18	14 17	21-25	0,7	0,8	
S.	29	8 52	12 21	16 2	26-30	0,2	0,3	
M.	30	9 7	13 19	17 48				
Ti.	31	9 17	14 14	19 30				

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 8 ^h 36 ^m og tiltager i månedens løb 1 ^h 59 ^m			Solen ☉					
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.		
			h m	h m	o ,	h m		
O.	1	Brigida	{ Tusmørket varer 43 ^m { Solens radius 16' 14"		8 6	12 23	-17 4	16 41
To.	2	Kyndelmisse	Deneb kulm. midn. m.n.		4	23	-16 47	44
F.	3	Blasius			2	24	-16 29	46
L.	4	Veronica			0	24	-16 11	48
S.	5	Sidste s.e.h.3 k.	{ Kprs. Mary { Agathe { ☉ f. kv. 7 ^h 29 ^m		7 58	24	-15 53	50
<i>Hvedekornet. Joh. 12,23-33</i>			Uge 6					
M.	6	Dorothea			7 56	12 24	-15 35	16 52
Ti.	7	Richard			54	24	-15 16	54
O.	8	Corintha	Tusmørket varer 42 ^m		52	24	-14 57	57
To.	9	Apollonia			50	24	-14 38	59
F.	10	Scholastica			48	24	-14 19	17 1
L.	11	Euphrosyne			46	24	-13 59	3
S.	12	Septuagesima	Eulalia		43	24	-13 39	5
<i>De betroede talenter. Matt. 25,14-30</i>			Uge 7					
M.	13	Benignus	☉ f.m. 5 ^h 44 ^m		7 41	12 24	-13 19	17 8
Ti.	14	Valentinus	☾ fjernest Jorden		39	24	-12 59	10
O.	15	Faustinus	Tusmørket varer 41 ^m		37	24	-12 38	12
To.	16	Juliane			34	24	-12 18	14
F.	17	Findanus	Venus lyser klarest		32	24	-11 57	16
L.	18	Concordia			30	24	-11 36	18
S.	19	Seksagesima	Ammon		27	24	-11 14	21
<i>Sædens vækst. Mark. 4,26-32</i>			Uge 8					
M.	20	Eucharis			7 25	12 23	-10 53	17 23
Ti.	21	Samuel	☉ s. kv. 8 ^h 17 ^m		23	23	-10 31	25
O.	22	Peters stol	Tusmørket varer 40 ^m		20	23	-10 9	27
To.	23	Papias			18	23	- 9 47	29
F.	24	Matthias	{ Merkur st. østl. elong. { Regulus kulm. midn.		16	23	- 9 25	31
L.	25	Victorinus			13	23	- 9 3	33
S.	26	Fastelavn	{ Quinquagesima { Esto mihi { Inger		11	23	- 8 41	36
<i>Op til Jerusalem. Luk. 18,31-43</i>			Uge 9					
M.	27	Leander	☾ nærmest Jorden		7 8	12 22	- 8 18	17 38
Ti.	28	Hvide tirsdag	{ Øllegård { ● n.m. 1 ^h 31 ^m		6	22	- 7 55	40

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne			
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.
		h m	h m	h m				
O.	1 32	9 24	15 5	21 7	<i>Merkur ☿</i>			
To.	2 33	9 31	15 54	22 40		h m	h m	h m
F.	3 34	9 38	16 43	-	1	8 30	12 42	16 55
L.	4 35	9 46	17 32	0 13	11	8 13	13 11	18 10
					21	7 44	13 28	19 15
S.	5 36	9 56	18 22	1 44	<i>Venus ♀</i>			
					1	6 2	10 30	14 59
					11	5 30	9 56	14 21
					21	5 12	9 35	13 58
M.	6 37	10 12	19 15	3 15	<i>Mars ♂</i>			
Ti.	7 38	10 37	20 8	4 40				
O.	8 39	11 16	21 3	5 54	1	10 27	18 40	2 56
To.	9 40	12 13	21 56	6 49	11	9 57	18 20	2 45
F.	10 41	13 25	22 47	7 25	21	9 29	18 1	2 35
L.	11 42	14 44	23 35	7 47	<i>Jupiter ♃</i>			
S.	12 43	16 5	-	8 1	1	2 0	6 25	10 51
					11	1 25	5 49	10 13
					21	0 49	5 12	9 35
M.	13 44	17 24	0 19	8 10	<i>Saturn ♄</i>			
Ti.	14 45	18 41	1 1	8 17				
O.	15 46	19 56	1 41	8 22	1	15 57	0 6	8 11
To.	16 47	21 11	2 20	8 26	11	15 12	23 19	7 30
F.	17 48	22 28	2 59	8 31	21	14 29	22 37	6 50
L.	18 49	23 48	3 39	8 36	<i>Uranus ♅</i>			
S.	19 50	-	4 22	8 43	1	8 57	14 7	19 18
					11	8 18	13 30	18 42
					21	7 40	12 53	18 6
M.	20 51	1 12	5 8	8 52	Middeltemperatur °C			
Ti.	21 52	2 40	5 58	9 8	1961-1990			
O.	22 53	4 8	6 54	9 34	Femdøgn	Karup	Kastrup	
To.	23 54	5 26	7 54	10 22	31]- 4	0,6	0,8	
F.	24 55	6 20	8 57	11 38	5- 9	0,6	0,5	
L.	25 56	6 53	9 59	13 16	10-14	-0,6	-0,4	
S.	26 57	7 12	10 59	15 2	15-19	-1,6	-1,1	
					20-24	0,0	0,0	
M.	27 58	7 24	11 56	16 47	25-[1	0,4	0,1	
Ti.	28 59	7 32	12 50	18 28				

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 10 ^h 39 ^m og tiltager i månedens løb 2 ^h 19 ^m			Solen ☉					
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.		
			h m	h m	o	'	h m	
O.	1 Aske onsdag	{ Albinus Solens radius 16' 8" Tusmørket varer 39 ^m	7	3	12	22	-7 33	17 42
To.	2 Simplicius				1	22	-7 10	44
F.	3 Kunigunde		6	58	22	-6 47	46	
L.	4 Adrianus			56	21	-6 24	48	
S.	5 1. s. i fasten	{ Quadragesima. <i>Invocavit</i> Theophilus		53	21	-6 1	50	
<i>Hvem er den største? Luk. 22,24-32</i>								
M.	6 Gotfred	☉ f. kv. 21 ^h 16 ^m Uge 10	6	51	12	21	-5 37	17 52
Ti.	7 Perpetua			48	21	-5 14	54	
O.	8 Tamperdag	{ Beata Tusmørket varer 39 ^m		46	21	-4 51	57	
To.	9 40 riddere			43	20	-4 27	59	
F.	10 Ædel			40	20	-4 4	18 1	
L.	11 Fred. 9.s. føds.	Thala		38	20	-3 40	3	
S.	12 2. s. i fasten	<i>Reminiscere.</i> Gregorius		35	19	-3 17	5	
<i>Drengen med den urene ånd. Mark. 9,14-29</i>								
M.	13 Macedonius	☾ fjernest Jorden Uge 11	6	33	12	19	-2 53	18 7
Ti.	14 Eutychius			30	19	-2 29	9	
O.	15 Zacharias	{ Tusmørket varer 39 ^m ☉ f.m. 0 ^h 35 ^m Måneformørkelse		28	19	-2 6	11	
To.	16 Gudmund			25	18	-1 42	13	
F.	17 Gertrud			22	18	-1 18	15	
L.	18 Fred. 3.s. føds.	Alexander		20	18	-0 55	17	
S.	19 3. s. i fasten	<i>Oculi.</i> Joseph		17	17	-0 31	19	
<i>Løgnens fader. Joh. 8,42-51</i>								
M.	20 Gordius	Jævnøgn 19 ^h 26 ^m Uge 12	6	15	12	17	-0 7	18 21
Ti.	21 Benedictus			12	17	+0 17	23	
O.	22 Paulus	{ Tusmørket varer 39 ^m ☉ s. kv. 20 ^h 10 ^m		9	17	+0 40	25	
To.	23 Fidelis			7	16	+1 4	27	
F.	24 Ulrica			4	16	+1 28	29	
L.	25 Mariæ bebud.	Venus st. vestl. elong.		1	16	+1 51	31	
S.	26 Midfaste	{ <i>Lætare.</i> Gabriel Sommertid begynder		59	13	15	+2 15	19 33
<i>Jesus, livets brød. Joh. 6,24-35;37</i>								
M.	27 Kastor	Uge 13	6	56	13	15	+2 38	19 35
Ti.	28 Ingrid	{ Eustachius ☾ nærmest Jorden Tusmørket varer 39 ^m		54	15	+3 2	37	
O.	29 Jonas	{ ☉ n.m. 12 ^h 15 ^m Solformørkelse		51	14	+3 25	39	
To.	30 Quirinus			48	14	+3 48	41	
F.	31 Fred. 5.s. føds.	Balbina		46	14	+4 12	43	

Der anvendes sommertid fra den 26. kl. 2.

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne				
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.	
O.	1	60	7 39	13 41	20 6	<i>Merkur ☿</i>			
To.	2	61	7 45	14 31	21 42	h m h m h m			
F.	3	62	7 53	15 22	23 18	1	7 8	13 17	19 27
L.	4	63	8 2	16 14	–	11	6 15	12 19	18 21
S.	5	64	8 16	17 7	0 53	21	5 37	11 13	16 48
M.	6	65	8 37	18 2	2 24	<i>Venus ♀</i>			
Ti.	7	66	9 11	18 57	3 45	1	5 3	9 26	13 49
O.	8	67	10 3	19 52	4 47	11	4 53	9 20	13 47
To.	9	68	11 12	20 43	5 29	21	4 43	9 19	13 54
F.	10	69	12 30	21 32	5 54	<i>Mars ♂</i>			
L.	11	70	13 51	22 17	6 10	1	9 8	17 47	2 28
S.	12	71	15 10	23 0	6 20	11	8 44	17 31	2 19
M.	13	72	16 28	23 41	6 27	21	8 22	17 15	2 10
Ti.	14	73	17 44	–	6 33	<i>Jupiter ♃</i>			
O.	15	74	18 59	0 20	6 37	1	0 18	4 41	9 4
To.	16	75	20 16	0 59	6 42	11	23 35	4 2	8 25
F.	17	76	21 35	1 39	6 47	21	22 53	3 21	7 45
L.	18	77	22 58	2 21	6 52	<i>Saturn ♄</i>			
S.	19	78	–	3 5	7 1	1	13 54	22 4	6 17
M.	20	79	0 24	3 54	7 13	11	13 12	21 22	5 37
Ti.	21	80	1 52	4 47	7 35	21	12 30	20 41	4 57
O.	22	81	3 13	5 44	8 13	<i>Uranus ♅</i>			
To.	23	82	4 15	6 44	9 15	1	7 9	12 23	17 38
F.	24	83	4 54	7 44	10 42	11	6 30	11 46	17 2
L.	25	84	5 16	8 43	12 22	21	5 52	11 9	16 26
S.	26	85	6 30	10 40	15 5	Middeltemperatur °C 1961-1990			
M.	27	86	6 40	11 34	16 46	Femdøgn Karup Kastrup			
Ti.	28	87	6 47	12 25	18 25	2–6 1,0 0,8			
O.	29	88	6 53	13 16	20 2	7–11 2,1 1,8			
To.	30	89	7 0	14 7	21 40	12–16 1,7 1,4			
F.	31	90	7 9	14 59	23 19	17–21 1,9 1,9			
						22–26 2,9 2,9			
						27–31 3,4 3,6			

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 13 ^h 2 ^m og tiltager i månedens løb 2 ^h 9 ^m			Solen ☉			
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.
			h m	h m	o ,	h m
L. 1	Hugo	Solens radius 16' 0"	6 43	13 14	+ 4 35	19 45
S. 2	Mariæ bebudelses dag	{ Judica Theodosius	41	13	+ 4 58	47
<i>Marias lovsang. Luk. 1,46-55</i>						
M. 3	Nicetas	Uge 14	6 38	13 13	+ 5 21	19 49
Ti. 4	Ambrosius		36	13	+ 5 44	51
O. 5	Irene	{ Tusmørket varer 40 ^m ☉ f.kv. 14 ^h 1 ^m	33	12	+ 6 7	53
To. 6	Sixtus		30	12	+ 6 29	55
F. 7	Egesippus		28	12	+ 6 52	57
L. 8	Chr. 9.s. føds.	{ Janus Merkur st. vestl. elong. Procopius ☾ fjernest Jorden	25	12	+ 7 15	59
S. 9	Palmesøndag		23	11	+ 7 37	20 1
<i>Jesus salves i Betania. Mark. 14,3-9 el. Joh. 12,1-16</i>						
M. 10	Ezechiel	Uge 15	6 20	13 11	+ 7 59	20 3
Ti. 11	Leo		18	11	+ 8 21	5
O. 12	Chr. 4.s. føds.	{ Julius Tusmørket varer 41 ^m Justinus ☉ f.m. 18 ^h 40 ^m	15	11	+ 8 43	7
To. 13	Skærtorsdag		13	10	+ 9 5	9
<i>Fodvaskningen. Joh. 13,1-15</i>						
F. 14	Langfredag	Tiburtius	10	10	+ 9 27	11
<i>Korsfæstelsen. Luk. 23,26-49 el. Joh. 19,17-37</i>						
L. 15	Chr. 5.s. føds.	{ Olympia. Spica kulm. midn. Margrethe 2.s fødsel Mariane	8	10	+ 9 48	13
S. 16	Påskedag		5	10	+10 10	15
<i>Jesu Kristi opstandelse. Matt. 28,1-8</i>						
M. 17	2. påskedag	Anicetus Uge 16	6 3	13 9	+10 31	20 17
<i>Den opstandne Jesus og Maria Magd. Joh. 20,1-18</i>						
Ti. 18	Eleutherius		0	9	+10 52	19
O. 19	Daniel	Tusmørket varer 43 ^m	5 58	9	+11 13	21
To. 20	Sulpicius		55	9	+11 33	23
F. 21	Florentius	☉ s.kv. 5 ^h 28 ^m	53	8	+11 54	25
L. 22	Cajus		51	8	+12 14	27
S. 23	1. s. e. påske	Quasimodo. Georgius	48	8	+12 34	29
<i>Vogt mine får. Joh. 21,15-19</i>						
M. 24	Albertus	Uge 17	5 46	13 8	+12 54	20 31
Ti. 25	Mark. evang.	☾ nærmest Jorden	43	8	+13 13	33
O. 26	Cletus	Tusmørket varer 45 ^m	41	7	+13 33	35
To. 27	Charl. Amalie	{ Ananias ☉ n.m. 21 ^h 44 ^m	39	7	+13 52	37
F. 28	Vitalis	Arcturus kulm. midn.	36	7	+14 11	39
L. 29	Peter martyr		34	7	+14 30	41
S. 30	2. s. e. påske	{ Misericordia Domini Severus	32	7	+14 48	43
<i>Mine får hører min røst. Joh. 10,22-30</i>						

Alle klokkeslæt er angivet i sommertid.

	Dag i året		Månen ☾			Planeterne			
			Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.
L.	1	91	h m	h m	h m				
S.	2	92	7 21	15 54	-				
M.	3	93	8 7	17 47	2 25	<i>Merkur ☿</i>			
Ti.	4	94	8 53	18 43	3 38	h m h m h m			
O.	5	95	9 57	19 37	4 28	1	6 13	11 38	17 3
To.	6	96	11 14	20 28	4 59	11	5 56	11 33	17 11
F.	7	97	12 35	21 14	5 18	21	5 37	11 41	17 48
L.	8	98	13 55	21 58	5 30	<i>Venus ♀</i>			
S.	9	99	15 14	22 39	5 38	1	5 29	10 20	15 11
M.	10	100	16 30	23 19	5 44	11	5 14	10 22	15 30
Ti.	11	101	17 45	23 58	5 48	21	4 55	10 24	15 54
O.	12	102	19 2	-	5 53	<i>Mars ♂</i>			
To.	13	103	20 20	0 38	5 57	1	9 2	17 59	2 58
F.	14	104	21 43	1 19	6 3	11	8 46	17 45	2 45
L.	15	105	23 9	2 3	6 11	21	8 33	17 31	2 30
S.	16	106	-	2 51	6 22	<i>Jupiter ♃</i>			
M.	17	107	0 38	3 43	6 40	1	23 5	3 35	8 1
Ti.	18	108	2 2	4 39	7 12	11	22 20	2 52	7 20
O.	19	109	3 10	5 38	8 6	21	21 34	2 8	6 38
To.	20	110	3 55	6 37	9 25	<i>Saturn ♄</i>			
F.	21	111	4 22	7 35	10 59	1	12 46	20 57	5 13
L.	22	112	4 37	8 31	12 38	11	12 6	20 18	4 34
S.	23	113	4 48	9 23	14 16	21	11 28	19 40	3 55
M.	24	114	4 56	10 14	15 52	<i>Uranus ♅</i>			
Ti.	25	115	5 2	11 3	17 27	1	6 9	11 28	16 46
O.	26	116	5 9	11 53	19 3	11	5 31	10 50	16 10
To.	27	117	5 16	12 44	20 40	21	4 52	10 13	15 33
F.	28	118	5 26	13 38	22 18	Middeltemperatur °C			
L.	29	119	5 41	14 34	23 54	1961-1990			
S.	30	120	6 4	15 32	-	Femdøgn	Karup	Kastrup	
						1-5	3,8	4,0	
						6-10	4,3	4,2	
						11-15	5,3	5,3	
						16-20	6,3	6,1	
						21-25	7,0	6,9	
						26-30	7,2	7,3	

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 15 ^h 15 ^m og tiltager i månedens løb 1 ^h 45 ^m			Solen ☉											
			Opg.		Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.							
			h	m	h	m	o	'	h	m				
Uge 18														
M.	1	Voldermisse	{	Philip og Jacob		5	30	13	7	+15	7	20	45	
		Solens radius 15' 52"												
Ti.	2	Athanasius			28				7	+15	25		47	
O.	3	Korsmisse	Tusmørket varer 47 ^m		25				7	+15	42		49	
To.	4	Florian	Jupiter i opp. til Solen		23				6	+16	0		51	
F.	5	Danmarks befrielse	{	Gothard		21			6	+16	17		53	
		☉ f. kv. 7 ^h 13 ^m												
		De lyse nætter begynder												
L.	6	Johannes ante portam			19				6	+16	34		55	
S.	7	3. s. e. påske	{	Jubilate		17			6	+16	51		57	
		Flavia												
		☾ fjernest Jorden												
<i>Vejen, sandheden og livet. Joh. 14,1-11</i>														
M.	8	Stanislaus	Uge 19		5	15	13	6	+17	7	20	59		
Ti.	9	Caspar	Europadag		13			6	+17	23	21	1		
O.	10	Gordianus	Tusmørket varer 49 ^m		11			6	+17	39		3		
To.	11	Mamertus			9			6	+17	54		5		
F.	12	Bededag	Pancratius		7			6	+18	10		6		
<i>Bed, så skal der gives jer. Matt. 7,7-14</i>														
L.	13	Ingenuus	☉ f.m. 8 ^h 51 ^m		5			6	+18	25		8		
S.	14	4. s. e. påske	{	Cantate		3			6	+18	39		10	
		Kristian												
<i>Sandheden gør fri. Joh. 8,28-36</i>														
M.	15	Sophie	Uge 20		5	1	13	6	+18	53	21	12		
Ti.	16	Sara				0		6	+19	7		14		
O.	17	Bruno	Tusmørket varer 52 ^m		4	58		6	+19	21		16		
To.	18	Erik				56		6	+19	34		17		
F.	19	Potentiana				54		6	+19	47		19		
L.	20	Angelica	☉ s. kv. 11 ^h 21 ^m			53		6	+20	0		21		
S.	21	5. s. e. påske	{	Rogate		51			6	+20	12		22	
		Helene												
<i>Jesu bøn for disciplene. Joh. 17,1-11</i>														
M.	22	Castus	☾ nærmest Jorden		Uge 21		4	50	13	6	+20	24	21	24
Ti.	23	Desiderius				48		6	+20	36		26		
O.	24	Esther	Tusmørket varer 56 ^m			47		6	+20	47		27		
To.	25	Kr. himmelfart	Urbanus			45		7	+20	58		29		
<i>Jesu Kristi himmelfart. Luk. 24,46-53</i>														
F.	26	Kpr. Frederik	Beda			44		7	+21	9		31		
L.	27	Lucian	☉ n.m. 7 ^h 26 ^m			42		7	+21	19		32		
S.	28	6. s. e. påske	{	Exaudi		41			7	+21	29		34	
		Vilhelm												
<i>At de alle må være ét. Joh. 17,20-26</i>														
M.	29	Maximinus	Uge 22		4	40	13	7	+21	38	21	35		
Ti.	30	Vigand				39		7	+21	47		36		
O.	31	Petronella	Tusmørket varer 59 ^m			38		7	+21	56		38		

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne			
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.
		h m	h m	h m				
M.	1	121	6 43	16 30	1	17		
							<i>Merkur ☿</i>	
Ti.	2	122	7 40	17 27	2	19	h m	h m
O.	3	123	8 54	18 20	2	59	1	18 47
To.	4	124	10 16	19 9	3	22	11	20 9
							21	21 50
F.	5	125	11 38	19 54	3	37		
							<i>Venus ♀</i>	
L.	6	126	12 57	20 36	3	46	1	16 19
							11	16 46
							21	17 15
S.	7	127	14 14	21 16	3	53		
							<i>Mars ♂</i>	
M.	8	128	15 29	21 55	3	58	1	2 13
Ti.	9	129	16 45	22 34	4	3	11	1 53
O.	10	130	18 2	23 15	4	7	21	1 31
To.	11	131	19 24	23 59	4	13		
F.	12	132	20 49	-	4	20	1	5 56
							11	5 14
L.	13	133	22 19	0 46	4	30	21	4 33
S.	14	134	23 46	1 37	4	46		
							<i>Saturn ♄</i>	
M.	15	135	-	2 33	5	13	1	3 16
Ti.	16	136	1 2	3 31	6	1	11	2 38
O.	17	137	1 54	4 32	7	13	21	2 0
To.	18	138	2 26	5 31	8	44		
F.	19	139	2 44	6 27	10	22	1	14 56
L.	20	140	2 56	7 19	11	58	11	14 19
S.	21	141	3 4	8 9	13	32	21	13 41
							<i>Uranus ♅</i>	
M.	22	142	3 11	8 58	15	4	1	14 56
Ti.	23	143	3 17	9 45	16	37	11	14 19
O.	24	144	3 24	10 34	18	10	21	13 41
To.	25	145	3 33	11 26	19	46		
							Middeltemperatur °C 1961-1990	
F.	26	146	3 45	12 20	21	22	Femdøgn	Karup
L.	27	147	4 5	13 17	22	51		Kastrup
S.	28	148	4 36	14 15	-		1-5	8,7
							6-10	10,3
M.	29	149	5 25	15 13	0	4	11-15	10,6
Ti.	30	150	6 34	16 9	0	53	16-20	10,8
O.	31	151	7 54	17 0	1	23	21-25	11,7
							26-30	12,1
								12,7

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 17 ^h 3 ^m og tiltager indtil den 21., hvor den er 17 ^h 27 ^m . Herefter og til månedens ende aftager dagen 5 ^m			Solen ☉			
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.
			h m	h m	o ' ,	h m
To. 1	Nikomedes	{ Antares kulm. midn. Solens radius 15' 46"	4 37	13 7	+22 4	21 39
F. 2	Marcellinus		36	8	+22 12	40
L. 3	Fred. 8.s. føds.	Erasmus	35	8	+22 20	42
S. 4	Pinsedag	{ Optatus ☉ f. kv. 1 ^h 6 ^m ☾ fjernest Jorden	34	8	+22 27	43
<i>Helligåndens komme.</i> Joh. 14,15-21						
M. 5	2. pinsedag	{ Grundlovsdag Uge 23 Kong Hans' føds. Bonifacius	4 33	13 8	+22 33	21 44
<i>Den, der tror, har evigt liv.</i> Joh. 6,44-51						
Ti. 6	Norbertus		32	8	+22 40	45
O. 7	Tamperdag	{ Jeremias Tusmørket varer 61 ^m	31	9	+22 46	46
To. 8	Medardus		31	9	+22 51	47
F. 9	Primus		30	9	+22 56	48
L. 10	Onuphrius		30	9	+23 1	49
S. 11	Trinitatis	{ Prins Henrik Barnabas apostel ☉ f.m. 20 ^h 3 ^m	29	9	+23 6	50
<i>Dåb i den treenige Guds navn.</i> Matt. 28,16-20						
M. 12	Basilius		4 29	13 9	+23 9	21 51
Ti. 13	Cyrellus	Capella kulm. midn. m.n.	28	10	+23 13	51
O. 14	Rufinus	Tusmørket varer 63 ^m	28	10	+23 16	52
To. 15	Valdemarsdag	Vitus	28	10	+23 19	53
F. 16	Tycho	{ ☾ nærmest Jorden Pluto i opp. til Solen	28	10	+23 21	53
L. 17	Botolphus		28	11	+23 23	54
S. 18	1. s. e. trin.	Leontius. ☉ s. kv. 16 ^h 8 ^m	28	11	+23 24	54
<i>Den rige bonde.</i> Luk. 12,13-21						
M. 19	Gervasius		4 28	13 11	+23 26	21 54
Ti. 20	Silverius	Merkur st. østl. elong.	28	11	+23 26	55
O. 21	Albanus	{ Tusmørket varer 64 ^m Solhverv 14 ^h 26 ^m Længste dag	28	11	+23 26	55
To. 22	10 000 martyrer		28	12	+23 26	55
F. 23	Paulinus		28	12	+23 26	55
L. 24	Skt. Hansdag		29	12	+23 25	55
S. 25	2. s. e. trin.	Prosper. ☉ n.m. 18 ^h 5 ^m	29	12	+23 23	55
<i>Kristi efterfølgelse.</i> Luk. 14,25-35						
M. 26	Pelagius		4 30	13 13	+23 21	21 55
Ti. 27	Syvsoverdag		30	13	+23 19	55
O. 28	Carol. Amalie	{ Eleonora Tusmørket varer 63 ^m	31	13	+23 16	55
To. 29	Petrus Paulus		31	13	+23 13	54
F. 30	Lucina		32	13	+23 10	54

Alle klokkeslæt er angivet i sommertid.

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne				
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.	
		h m	h m	h m					
To.	1	152	9 17	17 47	1	42			
F.	2	153	10 38	18 31	1	53			
L.	3	154	11 56	19 12	2	1			
S.	4	155	13 12	19 51	2	7			
					<i>Merkur ☿</i>				
					h m h m h m				
					1	5 10	14 14	23 19	
					11	5 51	14 48	23 44	
					21	6 30	14 59	23 27	
					<i>Venus ♀</i>				
					1	3 30	10 38	17 48	
					11	3 11	10 44	18 19	
					21	2 56	10 52	18 50	
					<i>Mars ♂</i>				
					1	8 6	16 34	1 5	
					11	8 3	16 20	0 39	
					21	8 1	16 6	0 12	
					<i>Jupiter ♃</i>				
					1	18 25	23 4	3 47	
					11	17 41	22 21	3 6	
					21	16 58	21 39	2 25	
					<i>Saturn ♄</i>				
					1	9 2	17 9	1 19	
					11	8 28	16 33	0 42	
					21	7 55	15 58	0 5	
					<i>Uranus ♅</i>				
					1	2 13	7 36	12 59	
					11	1 34	6 57	12 20	
					21	0 54	6 18	11 41	
					Middeltemperatur °C				
					1961-1990				
					Femdøgn	Karup	Kastrup		
M.	26	177	4 16	13 58	23	23	31]- 4	13,0	13,7
Ti.	27	178	5 33	14 51	23	46	5 - 9	14,1	14,8
O.	28	179	6 56	15 40	-		10-14	13,8	14,7
To.	29	180	8 19	16 25	0	0	15-19	14,5	15,3
F.	30	181	9 38	17 7	0	9	20-24	14,6	15,7
							25-29	14,3	15,7

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 17 ^h 21 ^m og aftager i månedens løb 1 ^h 20 ^m			Solen ☉			
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.
			h m	h m	o ' ,	h m
L. 1	Chr. 2.s. føds.	{ Fred. 2.s. føds. Theobaldus ☾ fjernest Jorden Solens radius 15' 44"	4	33	13 14 +23 6	21 54
S. 2	3. s. e. trin. <i>Den fortabte søn. Luk. 15,11-32</i>		Mariæ besøg.	34	14	+23 2
Uge 27						
M. 3	Cornelius	{ ☉ f. kv. 18 ^h 37 ^m Vega kulm. midn.	4	35	13 14 +22 57	21 53
Ti. 4	Ulricus		Jorden fjernest Solen	35	14	+22 52
O. 5	Anshelmus	Tusmørket varer 61 ^m	36	14	+22 46	51
To. 6	Dion		37	14	+22 41	51
F. 7	Villebaldus		39	15	+22 34	50
L. 8	Kjeld		40	15	+22 28	49
S. 9	4. s. e. trin. <i>Elsk jeres fjender. Matt. 5,43-48</i>	Sostrata	41	15	+22 21	48
Uge 28						
M. 10	Knud, konge		4	42	13 15 +22 13	21 47
Ti. 11	Josva	☉ f.m. 5 ^h 2 ^m	43	15	+22 5	46
O. 12	Henrik	Tusmørket varer 59 ^m	45	15	+21 57	45
To. 13	Margarethe	☾ nærmest Jorden	46	15	+21 49	44
F. 14	Bonaventura		47	16	+21 40	43
L. 15	Apostl. deling		49	16	+21 30	42
S. 16	5. s. e. trin. <i>Peters bekendelse. Matt. 16,13-26</i>	Susanne	50	16	+21 21	40
Uge 29						
M. 17	Alexius	☉ s. kv. 21 ^h 13 ^m	4	52	13 16 +21 11	21 39
Ti. 18	Arnolphus		53	16	+21 0	38
O. 19	Justa	Tusmørket varer 56 ^m	55	16	+20 49	36
To. 20	Elias		56	16	+20 38	35
F. 21	Evenus		58	16	+20 27	33
L. 22	Maria Magd.	Altair kulm. midn.	5	0	16 +20 15	32
S. 23	6. s. e. trin. <i>Den rige yngling. Matt. 19,16-26</i>	{ Apollinaris Hundedagene beg.	1	16	+20 3	30
Uge 30						
M. 24	Christina		5	3	13 16 +19 50	21 28
Ti. 25	Jacobus	☉ n.m. 6 ^h 31 ^m	5	16	+19 38	27
O. 26	Anna	Tusmørket varer 53 ^m	6	16	+19 25	25
To. 27	Martha		8	16	+19 11	23
F. 28	Aurelius		10	16	+18 57	21
L. 29	Oluf	☾ fjernest Jorden	12	16	+18 43	20
S. 30	7. s. e. trin. <i>Bekendelse uden frygt. Matt. 10,24-31</i>	Abdon	13	16	+18 29	18
Uge 31						
M. 31	Germanus		5	15	13 16 +18 14	21 16

Alle klokkeslæt er angivet i sommertid.

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne			
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.
		h m	h m	h m				
L.	1 182	10 55	17 47	0 15	<i>Merkur ☿</i>			
					h m	h m	h m	
S.	2 183	12 10	18 26	0 20	1 6 42 14 43 22 42			
					11 6 13 13 57 21 40			
					21 5 6 12 51 20 38			
M.	3 184	13 25	19 5	0 25	<i>Venus ♀</i>			
Ti.	4 185	14 41	19 46	0 30	1 2 45 11 2 19 19			
O.	5 186	16 2	20 29	0 35	11 2 42 11 13 19 45			
To.	6 187	17 27	21 16	0 43	21 2 48 11 26 20 4			
F.	7 188	18 56	22 8	0 54	<i>Mars ♂</i>			
L.	8 189	20 23	23 5	1 11	1 8 0 15 51 23 41			
S.	9 190	21 36	-	1 43	11 7 59 15 36 23 11			
					21 7 58 15 20 22 41			
M.	10 191	22 25	0 6	2 37	<i>Jupiter ♃</i>			
Ti.	11 192	22 53	1 8	3 58	1 16 17 20 59 1 45			
O.	12 193	23 10	2 9	5 36	11 15 38 20 20 1 5			
To.	13 194	23 21	3 7	7 19	21 15 1 19 41 0 26			
F.	14 195	23 29	4 1	8 58	<i>Saturn ♄</i>			
L.	15 196	23 35	4 52	10 34	1 7 23 15 24 23 24			
S.	16 197	23 42	5 40	12 7	11 6 51 14 49 22 47			
					21 6 19 14 15 22 10			
M.	17 198	23 49	6 28	13 39	<i>Uranus ♅</i>			
Ti.	18 199	23 59	7 17	15 11	1 0 15 5 38 11 1			
O.	19 200	-	8 8	16 44	11 23 32 4 58 10 21			
To.	20 201	0 13	9 1	18 16	21 22 52 4 18 9 41			
F.	21 202	0 34	9 57	19 38				
L.	22 203	1 9	10 54	20 42				
S.	23 204	2 3	11 50	21 25				
M.	24 205	3 15	12 44	21 51	Middeltemperatur °C			
Ti.	25 206	4 37	13 34	22 7	1961-1990			
O.	26 207	6 0	14 21	22 17	Femdøgn	Karup	Kastrup	
To.	27 208	7 21	15 4	22 24	30]- 4	14,7	15,9	
F.	28 209	8 39	15 44	22 30	5 - 9	15,5	16,3	
L.	29 210	9 54	16 23	22 34	10-14	15,1	16,3	
S.	30 211	11 9	17 2	22 39	15-19	15,3	16,3	
					20-24	15,3	16,5	
M.	31 212	12 24	17 41	22 44	25-29	15,7	16,8	

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 15 ^h 57 ^m og aftager i månedens løb 2 ^h 6 ^m			Solen ☉			
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.
			h m	h m	o ,	h m
Ti. 1	Peters fængsel	Solens radius 15' 45"	5 17	13 16	+17 59	21 14
O. 2	Hannibal	{ Tusmørket varer 50 ^m ● f. kv. 10 ^h 46 ^m	19	16	+17 44	12
To. 3	Nikodemus	Deneb kulm. midn.	21	16	+17 28	10
F. 4	Dominicus		23	16	+17 12	8
L. 5	Osvaldus		24	16	+16 56	6
S. 6	8. s. e. trin.	Kristi forkl.	26	16	+16 40	4
<i>At høre og gøre derefter.</i> Matt. 7,22-29			Uge 32			
M. 7	Donatus	{ De lyse nætter ender { Merkur st. vestl. elong.	5 28	13 15	+16 23	21 2
Ti. 8	Ruth		30	15	+16 6	20 59
O. 9	Romanus	{ Tusmørket varer 47 ^m ○ f.m. 12 ^h 54 ^m	32	15	+15 49	57
To. 10	Laurentius	☾ nærmest Jorden	34	15	+15 32	55
F. 11	Herman	Neptun i opp. til Solen	36	15	+15 14	53
L. 12	Chr. 3.s. føds.	Clara	38	15	+14 56	51
S. 13	9. s. e. trin.	Hippolytus	39	15	+14 38	48
<i>At vente på Herren.</i> Luk. 12,32-48 el. <i>Enken og den uretfærdige dommer.</i> Luk. 18,1-8			Uge 33			
M. 14	Eusebius		5 41	13 14	+14 19	20 46
Ti. 15	Mariæ himmelf.		43	14	+14 1	44
O. 16	Rochus	{ Tusmørket varer 45 ^m ● s. kv. 3 ^h 51 ^m	45	14	+13 42	41
To. 17	Anastatius		47	14	+13 23	39
F. 18	Agapetus		49	14	+13 4	37
L. 19	Sebaldus		51	13	+12 44	34
S. 20	10. s. e. trin.	Bernhard	53	13	+12 24	32
<i>Dom over denne slægt.</i> Matt. 11,16-24			Uge 34			
M. 21	Salomon		5 55	13 13	+12 5	20 30
Ti. 22	Symphorian		57	13	+11 44	27
O. 23	Zakæus	{ Tusmørket varer 43 ^m ● n.m. 21 ^h 10 ^m { Hundedagene ender	59	12	+11 24	25
To. 24	Bartholomæus		6 1	12	+11 4	22
F. 25	Ludvig		3	12	+10 43	20
L. 26	Irenæus	☾ fjernest Jorden	4	12	+10 22	17
S. 27	11. s. e. trin.	Gebhardus	6	11	+10 1	15
<i>Jesus og synderinden.</i> Luk. 7,36-50			Uge 35			
M. 28	Lovise	Augustinus	6 8	13 11	+ 9 40	20 12
Ti. 29	Joh. halsh.		10	11	+ 9 19	10
O. 30	Benjamin	Tusmørket varer 41 ^m	12	10	+ 8 58	7
To. 31	Bertha		14	10	+ 8 36	5

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne				
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.	
Ti.	1	213	13 42	18 23	22 50				
O.	2	214	15 4	19 7	22 59	<i>Merkur ☿</i>			
To.	3	215	16 30	19 56	23 12	h m h m h m			
F.	4	216	17 57	20 50	23 36	1	3 59	12 2	20 5
L.	5	217	19 17	21 48	–	11	3 48	12 0	20 12
S.	6	218	20 17	22 50	0 17	21	4 39	12 32	20 23
M.	7	219	20 54	23 51	1 26	<i>Venus ♀</i>			
Ti.	8	220	21 15	–	2 58	1	3 5	11 40	20 14
O.	9	221	21 28	0 52	4 41	11	3 31	11 52	20 13
To.	10	222	21 37	1 48	6 25	21	4 2	12 4	20 4
F.	11	223	21 44	2 42	8 6	<i>Mars ♂</i>			
L.	12	224	21 51	3 33	9 43	1	7 57	15 3	22 7
S.	13	225	21 58	4 23	11 18	11	7 56	14 47	21 36
M.	14	226	22 6	5 12	12 54	21	7 55	14 31	21 5
Ti.	15	227	22 19	6 4	14 29	<i>Jupiter ♃</i>			
O.	16	228	22 37	6 57	16 3	1	14 22	19 1	23 40
To.	17	229	23 8	7 52	17 29	11	13 48	18 25	23 2
F.	18	230	23 56	8 49	18 39	21	13 15	17 50	22 24
L.	19	231	–	9 45	19 27	<i>Saturn ♄</i>			
S.	20	232	1 3	10 40	19 57	1	5 44	13 37	21 30
M.	21	233	2 22	11 31	20 15	11	5 13	13 3	20 53
Ti.	22	234	3 45	12 18	20 26	21	4 41	12 29	20 16
O.	23	235	5 6	13 2	20 34	<i>Uranus ♅</i>			
To.	24	236	6 25	13 43	20 40	1	22 8	3 34	8 56
F.	25	237	7 41	14 22	20 45	11	21 29	2 54	8 14
L.	26	238	8 56	15 1	20 49	21	20 49	2 13	7 33
S.	27	239	10 11	15 40	20 53	Middeltemperatur °C 1961-1990			
M.	28	240	11 27	16 20	20 59	Femdøgn Karup Kastrup			
Ti.	19	241	12 47	17 3	21 6	30]– 3	16,2	17,1	
O.	30	242	14 10	17 49	21 17	4 – 8	16,0	17,1	
To.	31	243	15 36	18 39	21 35	9 – 13	15,5	16,6	
						14 – 18	15,3	16,4	
						19 – 23	14,9	15,9	
						24 – 28	14,5	15,5	
						29 – [2	14,4	15,4	

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 13 ^h 46 ^m og aftager i månedens løb 2 ^h 12 ^m			Solen ☉								
			Opg.		Kulm.		Deklin. i kulm.		Nedg.		
			h	m	h	m	o	'	h	m	
F. 1	Ægidius	{ ● f. kv. 0 ^h 56 ^m Solens radius 15' 51"	6	16	13	10	+8	14	20	2	
L. 2	Elisa				18		9	+7	52		0
S. 3	12. s. e. trin.	Seraphia		20		9	+7	30	19	57	
<i>Bespottelse imod Anden. Matt. 12,31-42</i>			Uge 36								
M. 4	Juliane Marie	Theodosia	6	22	13	9	+7	8	19	54	
Ti. 5	Regina	Uranus i opp. til Solen		24		8	+6	46		52	
O. 6	Magnus	Tusmørket varer 40 ^m		26		8	+6	24		49	
To. 7	Louise	{ Robert ○ f.m. 20 ^h 42 ^m Måneformørkelse Fomalhaut kulm. midn.		28		8	+6	2		47	
F. 8	Mariæ føds.	☾ nærmest Jorden		29		7	+5	39		44	
L. 9	Gorgonius			31		7	+5	16		42	
S. 10	13. s. e. trin.	Burchhardt		33		7	+4	54		39	
<i>Zebedæussønnerne. Matt. 20,20-28</i>			Uge 37								
M. 11	Hillebert		6	35	13	6	+4	31	19	36	
Ti. 12	Guido			37		6	+4	8		34	
O. 13	Cyprianus	Tusmørket varer 39 ^m		39		6	+3	45		31	
To. 14	† ophøjelse	● s. kv. 13 ^h 15 ^m		41		5	+3	22		28	
F. 15	Eskild			43		5	+2	59		26	
L. 16	Euphemia			45		5	+2	36		23	
S. 17	14. s. e. trin.	Lambertus		47		4	+2	13		21	
<i>Den syge ved Betesda dam. Joh. 5,1-15</i>			Uge 38								
M. 18	Chr. 8.s føds.	Titus	6	49	13	4	+1	50	19	18	
Ti. 19	Constantia			51		4	+1	26		15	
O. 20	Tamperdag	{ Tobias Tusmørket varer 39 ^m		52		3	+1	3		13	
To. 21	Matthæus			54		3	+0	40		10	
F. 22	Mauritius	{ ● n.m. 13 ^h 45 ^m ☾ fjernest Jorden		56		2	+0	16		7	
L. 23	Linus	Jævn døgn 6 ^h 3 ^m		58		2	-0	7		5	
S. 24	15. s. e. trin.	Tecla	7	0		2	-0	30		2	
<i>Et er fornødent. Luk. 10,38-42</i>			Uge 39								
M. 25	Cleophas		7	2	13	1	-0	54	19	0	
Ti. 26	Chr. 10.s føds.	Adolph		4		1	-1	17	18	57	
O. 27	Cosmus	Tusmørket varer 39 ^m		6		1	-1	40		54	
To. 28	Venceslaus			8		0	-2	4		52	
F. 29	Skt. Michael			10		0	-2	27		49	
L. 30	Hieronymus	● f. kv. 13 ^h 4 ^m		12		0	-2	50		46	

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne				
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.	
		h m	h m	h m					
F.	1	244	16 58	19 34	22 7	<i>Merkur ☿</i>			
L.	2	245	18 6	20 33	23 1	h m h m h m			
S.	3	246	18 51	21 33	-	1	6 9	13 13	20 15
						11	7 24	13 41	19 56
						21	8 29	14 1	19 31
M.	4	247	19 18	22 33	0 21	<i>Venus ♀</i>			
Ti.	5	248	19 34	23 31	1 59	1	4 40	12 15	19 48
O.	6	249	19 45	-	3 43	11	5 16	12 23	19 29
						21	5 51	12 30	19 7
To.	7	250	19 52	0 26	5 26	<i>Mars ♂</i>			
F.	8	251	19 59	1 19	7 6	1	7 55	14 13	20 31
L.	9	252	20 6	2 10	8 45	11	7 54	13 57	19 59
S.	10	253	20 14	3 2	10 24	21	7 54	13 42	19 28
						<i>Jupiter ♃</i>			
M.	11	254	20 25	3 54	12 3	1	12 41	17 12	21 44
Ti.	12	255	20 41	4 49	13 41	11	12 11	16 39	21 7
O.	13	256	21 7	5 45	15 14	21	11 42	16 7	20 31
To.	14	257	21 50	6 43	16 32	<i>Saturn ♄</i>			
F.	15	258	22 52	7 40	17 28	1	4 6	11 51	19 35
L.	16	259	-	8 36	18 3	11	3 34	11 16	18 58
S.	17	260	0 9	9 28	18 23	21	3 2	10 41	18 21
						<i>Uranus ♅</i>			
M.	18	261	1 31	10 16	18 36	1	20 5	1 28	6 47
Ti.	19	262	2 53	11 1	18 45	11	19 25	0 47	6 5
O.	20	263	4 12	11 42	18 51	21	18 45	0 6	5 24
To.	21	264	5 29	12 22	18 56	Middeltemperatur °C 1961-1990			
F.	22	265	6 44	13 1	19 0	Femdøgn			Kastrup
L.	23	266	7 59	13 39	19 4	Karup			Kastrup
S.	24	267	9 15	14 19	19 9	3- 7			14,5
						8-12			13,9
M.	25	268	10 33	15 1	19 16	13-17			13,1
Ti.	26	269	11 55	15 46	19 26	18-22			13,0
O.	27	270	13 20	16 34	19 41	23-27			12,0
To.	28	271	14 43	17 27	20 6	28-[2			11,4
F.	29	272	15 55	18 23	20 50	10,8			11,4
L.	30	273	16 47	19 21	21 58	10,8			11,4

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 11 ^h 30 ^m og aftager i månedens løb 2 ^h 14 ^m			Solen ☉			
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.
			h m	h m	o ,	h m
S. 1	16. s. e. trin.	{ Remigius Solens radius 15' 59"	7 14	12 59	- 3 14	18 44
<i>Lazarus' opvækkelse. Joh. 11,19-45</i>			Uge 40			
M. 2	Ditlev		7 16	12 59	- 3 37	18 41
Ti. 3	Mette		18	59	- 4 0	39
O. 4	Franciscus	Tusmørket varer 39 ^m	20	58	- 4 23	36
To. 5	Placidus		22	58	- 4 46	33
F. 6	Fred. 7.s føds.	{ Broderus ☾ nærmest Jorden	24	58	- 5 9	31
L. 7	Fred. 1.s føds.	{ Amalie ☉ f.m. 5 ^h 13 ^m	26	58	- 5 32	28
S. 8	17. s. e. trin.	Ingeborg	28	57	- 5 55	26
<i>Jesus som gæst hos toldereren Levi. Mark. 2,14-22</i>			Uge 41			
M. 9	Dionysius		7 30	12 57	- 6 18	18 23
Ti. 10	Gereon		32	57	- 6 41	21
O. 11	Fred. 4.s føds.	Tusmørket varer 39 ^m	34	56	- 7 3	18
To. 12	Maximilian		36	56	- 7 26	16
F. 13	Angelus		38	56	- 7 49	13
L. 14	Calixtus	☉ s. kv. 2 ^h 26 ^m	40	56	- 8 11	11
S. 15	18. s. e. trin.	Hedevig	42	56	- 8 33	8
<i>Det sande vintræ. Joh. 15,1-11</i>			Uge 42			
M. 16	Gallus		7 44	12 55	- 8 55	18 6
Ti. 17	Florentinus	Merkur st. østl. elong.	46	55	- 9 17	3
O. 18	Lukas evang.	Tusmørket varer 40 ^m	48	55	- 9 39	1
To. 19	Balthasar	☾ fjernest Jorden	50	55	-10 1	17 58
F. 20	Felicianus		52	55	-10 22	56
L. 21	11 000 jomfruer		54	54	-10 44	54
S. 22	19. s. e. trin.	{ Cordula ● n.m. 7 ^h 14 ^m	56	54	-11 5	51
<i>De første disciple. Joh. 1,35-51</i>			Uge 43			
M. 23	Søren		7 58	12 54	-11 26	17 49
Ti. 24	FN dag	Proclus	8 0	54	-11 47	47
O. 25	Crispinus	Tusmørket varer 40 ^m	2	54	-12 8	44
To. 26	Amandus		5	54	-12 29	42
F. 27	Sem		7	54	-12 49	40
L. 28	Marie Sophie Frederikke	Simon og Judas	9	54	-13 9	37
S. 29	20. s. e. trin.	{ Narcissus Sommertid ender ☉ f. kv. 22 ^h 25 ^m	7 11	11 53	-13 29	16 35
<i>De onde vinbønder. Matt. 21,28-44</i>			Uge 44			
M. 30	Absalon		7 13	11 53	-13 49	16 33
Ti. 31	Reform. beg.	Louise	15	53	-14 8	31

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne				
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.	
S.	1	274	17 20	20 19	23 26	<i>Merkur</i> ☿			
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
						1	9 25	14 15	19 4
M.	2	275	17 39	21 15	–	11	10 12	14 25	18 37
Ti.	3	276	17 51	22 10	1 5	21	10 40	14 26	18 11
O.	4	277	18 0	23 3	2 45	<i>Venus</i> ♀			
To.	5	278	18 7	23 54	4 25	1	6 27	12 37	18 45
F.	6	279	18 14	–	6 3	11	7 3	12 43	18 22
L.	7	280	18 21	0 46	7 43	21	7 39	12 50	17 59
S.	8	281	18 31	1 38	9 23	<i>Mars</i> ♂			
						1	7 54	13 26	18 58
						11	7 55	13 11	18 27
M.	9	282	18 45	2 33	11 6	21	7 56	12 57	17 57
Ti.	10	283	19 7	3 31	12 45	<i>Jupiter</i> ♃			
O.	11	284	19 43	4 30	14 14	1	11 14	15 35	19 55
To.	12	285	20 39	5 30	15 21	11	10 46	15 3	19 20
F.	13	286	21 53	6 28	16 4	21	10 19	14 32	18 45
L.	14	287	23 16	7 22	16 29	<i>Saturn</i> ♄			
S.	15	288	–	8 13	16 45	1	2 29	10 6	17 44
						11	1 55	9 31	17 6
						21	1 21	8 55	16 29
M.	16	289	0 39	8 59	16 54	<i>Uranus</i> ♅			
Ti.	17	290	1 59	9 41	17 1	1	18 5	23 22	4 42
O.	18	291	3 16	10 21	17 7	11	17 26	22 41	4 1
To.	19	292	4 32	11 0	17 11	21	16 46	22 1	3 20
F.	20	293	5 46	11 39	17 15	Middeltemperatur °C			
L.	21	294	7 2	12 19	17 20	1961-1990			
S.	22	295	8 20	13 0	17 27	Femdøgn	Karup	Kastrup	
						3–7	10,5	11,3	
M.	23	296	9 41	13 44	17 35	8–12	9,7	10,4	
Ti.	24	297	11 5	14 32	17 49	13–17	8,8	9,7	
O.	25	298	12 29	15 23	18 11	18–22	8,3	8,8	
To.	26	299	13 45	16 18	18 48	23–27	7,6	8,2	
F.	27	300	14 44	17 14	19 47	28–[1	7,5	7,7	
L.	28	301	15 21	18 11	21 8				
S.	29	302	14 44	18 7	21 41				
M.	30	303	14 58	19 0	23 17				
Ti.	31	304	15 8	19 52	–				

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 9 ^h 11 ^m og aftager i månedens løb 1 ^h 45 ^m			Solen ☉					
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.		
			h m	h m	o ' ,	h m		
O.	1	Alle helgen	{	Tusmørket varer 41 ^m Solens radius 16' 7"	7 17	11 53	-14 28	16 29
To.	2	Alle sjæle						
F.	3	Hubertus			19	53	-14 47	26
L.	4	Otto	☾ nærmest Jorden		21	53	-15 6	24
S.	5	Alle helgens s.	{	Malachias ○ f.m. 13 ^h 58 ^m	24	53	-15 24	22
<i>Jordens salt og verdens lys. Matt. 5,13-16 el. Saligprisningerne. Matt. 5,1-12</i>			Uge 45					
M.	6	Leonhardus			7 28	11 53	-16 1	16 18
Ti.	7	Engelbrecht			30	53	-16 18	16
O.	8	Claudius	Tusmørket varer 43 ^m		32	53	-16 36	14
To.	9	Theodor			34	54	-16 53	12
F.	10	Luther			36	54	-17 10	10
L.	11	Morten bisp			38	54	-17 27	8
S.	12	22. s. e. trin.	{	Torkild ● s. kv. 18 ^h 45 ^m	40	54	-17 43	7
<i>Den største i Himmeriget. Matt. 18,1-14</i>			Uge 46					
M.	13	Arcadius			7 42	11 54	-17 59	16 5
Ti.	14	Frederik			44	54	-18 15	3
O.	15	Leopold	Tusmørket varer 44 ^m ☾ fjernest Jorden		47	54	-18 31	1
To.	16	Othenius			49	54	-18 46	0
F.	17	Anianus			51	55	-19 0	15 58
L.	18	Hesychius			53	55	-19 15	56
S.	19	23. s. e. trin.	Elisabeth		55	55	-19 29	55
<i>Den fattige enkes gave. Mark. 12,38-44</i>			Uge 47					
M.	20	Volkmarus	● n.m. 23 ^h 18 ^m		7 57	11 55	-19 43	15 53
Ti.	21	Mariæ ofring			59	56	-19 56	52
O.	22	Cecilia	Tusmørket varer 46 ^m		8 1	56	-20 9	50
To.	23	Clemens			2	56	-20 22	49
F.	24	Chrysogonus			4	56	-20 34	48
L.	25	Catharina	Merkur st. vestl. elong.		6	57	-20 46	47
S.	26	Sidste s. i kirkeåret	Conradus		8	57	-20 58	45
<i>Kom til mig. Matt. 11,25-30</i>			Uge 48					
M.	27	Facundus			8 10	11 57	-21 9	15 44
Ti.	28	Sophie Magd.	● f. kv. 7 ^h 29 ^m		12	58	-21 19	43
O.	29	Saturninus	Tusmørket varer 47 ^m		13	58	-21 30	42
To.	30	Chr. 6.s føds.		Andreas		15	58	-21 40

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne				
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.	
		h m	h m	h m					
O.	1	305	15 15	20 42	0 53	<i>Merkur ☿</i>			
To.	2	306	15 22	21 31	2 28	h m h m h m			
F.	3	307	15 29	22 22	4 4	1	9 5	12 52	16 39
L.	4	308	15 37	23 15	5 42	11	7 2	11 32	16 2
S.	5	309	15 49	-	7 22	21	5 54	10 42	15 30
						<i>Venus ♀</i>			
						1	7 20	11 59	16 37
						11	7 57	12 9	16 20
						21	8 33	12 22	16 9
M.	6	310	16 7	0 12	9 5	<i>Mars ♂</i>			
Ti.	7	311	16 36	1 12	10 42	h m h m h m			
O.	8	312	17 24	2 13	12 2	1	6 58	11 42	16 26
To.	9	313	18 33	3 14	12 57	11	7 1	11 29	15 58
F.	10	314	19 55	4 12	13 30	21	7 3	11 18	15 31
L.	11	315	21 20	5 5	13 50	<i>Jupiter ♃</i>			
S.	12	316	22 43	5 53	14 2	1	8 50	12 58	17 7
						11	8 23	12 28	16 33
						21	7 57	11 58	15 59
M.	13	317	-	6 38	14 10	<i>Saturn ♄</i>			
Ti.	14	318	0 2	7 19	14 16	h m h m h m			
O.	15	319	1 18	7 58	14 21	1	23 39	7 15	14 47
To.	16	320	2 32	8 37	14 25	11	23 2	6 37	14 9
F.	17	321	3 47	9 16	14 30	21	22 25	6 0	13 30
L.	18	322	5 4	9 57	14 36	<i>Uranus ♅</i>			
S.	19	323	6 24	10 40	14 44	1	15 2	20 17	1 35
						11	14 23	19 37	0 55
						21	13 43	18 58	0 16
M.	20	324	7 48	11 27	14 56	Middeltemperatur °C			
Ti.	21	325	9 13	12 18	15 15	1961-1990			
O.	22	326	10 34	13 13	15 48	Femdøgn	Karup	Kastrup	
To.	23	327	11 39	14 9	16 41	2-6	6,2	6,9	
F.	24	328	12 22	15 7	17 57	7-11	5,6	6,3	
L.	25	329	12 49	16 3	19 27	12-16	4,6	5,2	
S.	26	330	13 5	16 56	21 1	17-21	3,5	4,4	
						22-26	3,5	4,0	
M.	27	331	13 16	17 47	22 35	27-[1	1,8	2,9	
Ti.	28	332	13 23	18 36	-				
O.	29	333	13 30	19 24	0 7				
To.	30	334	13 37	20 12	1 39				

Dagens længde er ved begyndelsen af denne måned 7 ^h 23 ^m og aftager indtil den 22., hvor den er 6 ^h 56 ^m . Herefter og til månedens ende tiltager dagen 6 ^m			Solen ☉				
			Opg.	Kulm.	Deklin. i kulm.	Nedg.	
			h m	h m	o ' ,	h m	
F.	1	Arnold	Solens radius 16' 13"	8 17	11 59	-21 49	15 40
L.	2	Bibiana	{ ☾ nærmest Jorden Aldebaran kulm. midn.	18	59	-21 58	39
S.	3	1. s. i advent	Svend	20	59	-22 7	39
<i>Jesu indtog i Jerusalem. Matt. 21,1-9</i>							
M.	4	Charlotte Frederikke	Barbara Uge 49	8 22	12 0	-22 15	15 38
Ti.	5	Sabina	○ f.m. 1 ^h 25 ^m	23	0	-22 23	37
O.	6	Nikolaus	Tusmørket varer 48 ^m	25	1	-22 30	36
To.	7	Agathon		26	1	-22 37	36
F.	8	Mariæ undf.		27	2	-22 44	35
L.	9	Rudolph		29	2	-22 50	35
S.	10	2. s. i advent	Judith	30	2	-22 55	35
<i>Når Menneskesønnen kommer. Luk. 21,25-36</i>							
M.	11	Damasus	Uge 50	8 31	12 3	-23 1	15 34
Ti.	12	Epimachus	{ ● s. kv. 15 ^h 32 ^m Rigel kulm. midn. Capella kulm. midn. Tusmørket varer 49 ^m ☾ fjernest Jorden	32	3	-23 5	34
O.	13	Lucia		33	4	-23 9	34
To.	14	Crispus		34	4	-23 13	34
F.	15	Nikatus		35	5	-23 17	34
L.	16	Lazarus		36	5	-23 19	34
S.	17	3. s. i advent	Albina	37	6	-23 22	34
<i>Johannes Døber i fængsel. Matt. 11,2-10</i>							
M.	18	Lovise	Uge 51	8 38	12 6	-23 24	15 35
Ti.	19	Nemesius		39	7	-23 25	35
O.	20	Tamperdag	{ Abraham ● n.m. 15 ^h 1 ^m Tusmørket varer 49 ^m	39	7	-23 26	35
To.	21	Thomas		40	8	-23 27	36
F.	22	Japetus	{ Solhverv 1 ^h 22 ^m Korteste dag Betelgeuze kulm. midn.	40	8	-23 27	36
L.	23	Torlacus		41	9	-23 26	37
S.	24	4. s. i advent	{ Juleaften Alexandrine. Adam	41	9	-23 25	37
<i>Johannes Døbers vidnesbyrd. Joh. 1,19-28</i>							
M.	25	Juledag	Uge 52	8 41	12 10	-23 24	15 38
<i>Jesu Kristi Fødsel. Luk. 2,1-14</i>							
Ti.	26	2. juledag	Skt. Stephan	42	10	-23 22	39
<i>Det reifærdige blod. Matt. 23,34-39</i>							
O.	27	Joh. evang.	{ Tusmørket varer 49 ^m ● f. kv. 15 ^h 48 ^m ☾ nærmest Jorden	42	11	-23 20	40
To.	28	Bønedag		42	11	-23 17	41
F.	29	Noah		42	12	-23 14	42
L.	30	David		42	12	-23 10	43
S.	31	Julesøndag	Sylvester	42	13	-23 6	44
<i>Simeon og Anna. Luk. 2,25-40</i>							

	Dag i året	Månen ☾			Planeterne			
		Opg.	Kulm.	Nedg.	Dag	Opg.	Kulm.	Nedg.
		h m	h m	h m				
F.	1	335	13 44	21 3	3	12		
					<i>Merkur ☿</i>			
					h m	h m	h m	
L.	2	336	13 54	21 56	4	48	1	6 17
S.	3	337	14 9	22 53	6	27	11	7 7
							21	7 59
							31	8 39
M.	4	338	14 32	23 53	8	6		11 56
Ti.	5	339	15 10	-	9	35	<i>Venus ♀</i>	
O.	6	340	16 10	0 55	10	43	1	9 5
To.	7	341	17 29	1 56	11	26	11	9 29
F.	8	342	18 56	2 52	11	52	21	9 42
L.	9	343	20 21	3 44	12	7	31	9 44
S.	10	344	21 43	4 31	12	17		13 21
					<i>Mars ♂</i>			
					1	7 6	11	7
M.	11	345	23 1	5 14	11	7 8	10	56
					21	7 9	10	47
Ti.	12	346	-	5 55	31	7 9	10	39
O.	13	347	0 16	6 34	12	34	<i>Jupiter ♃</i>	
To.	14	348	1 30	7 12	12	39	1	7 30
F.	15	349	2 46	7 52	12	44	11	7 4
L.	16	350	4 4	8 34	12	52	21	6 36
S.	17	351	5 26	9 20	13	2	31	6 9
								9 57
M.	18	352	6 52	10 9	13	18	<i>Saturn ♄</i>	
Ti.	19	353	8 15	11 3	13	45	1	21 47
O.	20	354	9 28	12 0	14	31	11	21 7
To.	21	355	10 20	12 59	15	42	21	20 26
							31	19 45
F.	22	356	10 52	13 57	17	10	<i>Uranus ♅</i>	
L.	23	357	11 11	14 52	18	46	1	13 4
S.	24	358	11 23	15 44	20	21	11	12 25
							21	11 46
							31	11 7
M.	25	359	11 32	16 34	21	54	Middeltemperatur °C	
							1961-1990	
Ti.	26	360	11 39	17 22	23	25	Femdøgn	Karup
O.	27	361	11 45	18 9	-		2-6	2,6
To.	28	362	11 52	18 57	0 55		7-11	1,9
F.	29	363	12 1	19 48	2 28		12-16	1,0
L.	30	364	12 13	20 42	4 3		17-21	0,5
S.	31	365	12 32	21 40	5 39		22-26	1,3
							27-31	0,4
								1,1

Solens op- og nedgang 2006 i:

Dato	Odense		Esbjerg		Århus		Ålborg		Dato
	op	ned	op	ned	op	ned	op	ned	
	h	m	h	m	h	m	h	m	
Jan. 1	8 48	15 56	8 57	16 3	8 54	15 51	9 2	15 46	Jan. 1
– 11	8 43	16 10	8 51	16 18	8 48	16 6	8 55	16 2	– 11
– 21	8 31	16 29	8 40	16 36	8 36	16 25	8 42	16 22	– 21
– 31	8 15	16 49	8 23	16 57	8 19	16 47	8 24	16 44	– 31
Feb. 10	7 55	17 11	8 3	17 18	7 59	17 9	8 3	17 7	Feb. 10
– 20	7 33	17 32	7 41	17 40	7 36	17 31	7 39	17 30	– 20
Mar. 2	7 9	17 53	7 17	18 1	7 11	17 53	7 14	17 53	Mar. 2
– 12	6 44	18 14	6 52	18 21	6 45	18 14	6 47	18 15	– 12
– 22	6 18	18 34	6 26	18 42	6 19	18 35	6 20	18 36	– 22
Apr. 1	6 52	19 54	7 0	20 1	6 52	19 55	6 52	19 57	Apr. 1
– 11	6 27	20 13	6 35	20 21	6 26	20 16	6 25	20 19	– 11
– 21	6 2	20 33	6 10	20 41	6 1	20 36	5 59	20 40	– 21
Maj 1	5 40	20 53	5 47	21 1	5 37	20 57	5 35	21 1	Maj 1
– 11	5 19	21 12	5 26	21 20	5 16	21 16	5 13	21 22	– 11
– 21	5 2	21 30	5 9	21 38	4 58	21 35	4 54	21 41	– 21
– 31	4 48	21 45	4 56	21 53	4 44	21 50	4 39	21 58	– 31
Juni 10	4 40	21 56	4 48	22 4	4 36	22 2	4 30	22 10	Juni 10
– 20	4 39	22 1	4 46	22 10	4 34	22 8	4 28	22 16	– 20
– 30	4 43	22 1	4 50	22 9	4 38	22 7	4 32	22 15	– 30
Juli 10	4 53	21 54	5 0	22 2	4 48	22 0	4 43	22 7	Juli 10
– 20	5 7	21 42	5 14	21 50	5 3	21 47	4 58	21 54	– 20
– 30	5 24	21 25	5 31	21 33	5 20	21 29	5 17	21 35	– 30
Aug. 9	5 42	21 5	5 49	21 13	5 39	21 9	5 37	21 14	Aug. 9
– 19	6 1	20 42	6 8	20 50	5 59	20 45	5 57	20 49	– 19
– 29	6 20	20 18	6 27	20 26	6 19	20 20	6 18	20 24	– 29
Sep. 8	6 39	19 52	6 46	20 0	6 38	19 54	6 38	19 57	Sep. 8
– 18	6 58	19 27	7 5	19 34	6 58	19 28	6 59	19 29	– 18
– 28	7 17	19 1	7 24	19 8	7 18	19 1	7 19	19 2	– 28
Okt. 8	7 36	18 35	7 44	18 43	7 38	18 35	7 40	18 35	Okt. 8
– 18	7 56	18 10	8 4	18 18	7 58	18 9	8 2	18 8	– 18
– 28	8 17	17 47	8 25	17 55	8 20	17 45	8 24	17 44	– 28
Nov. 7	7 38	16 26	7 46	16 33	7 41	16 24	7 46	16 21	Nov. 7
– 17	7 58	16 8	8 6	16 16	8 2	16 5	8 8	16 2	– 17
– 27	8 17	15 55	8 25	16 2	8 22	15 51	8 29	15 47	– 27
Dec. 7	8 33	15 47	8 41	15 54	8 38	15 42	8 46	15 37	Dec. 7
– 17	8 44	15 45	8 52	15 52	8 50	15 41	8 57	15 35	– 17
– 27	8 49	15 50	8 57	15 58	8 55	15 46	9 2	15 41	– 27

Sommertid (se side 42) er indført i denne tabel.

Om kalenderens klokkeslæt

Mellemeuropæisk tid blev indført i Danmark ved lov af 29. marts 1893, ifølge hvilken tiden for alle dele af landet skal bestemmes lig med middelsoltiden for den 15. længdegrad øst for Greenwich, således at tiden i Danmark er 1^h forud for Greenwich tid. På Færøerne gælder dog fra 1. januar 1908 Greenwich tid, og på Grønland er tiden 3^h eller 2^h efter Greenwich tid. **Alle klokkeslæt i denne kalender er angivet i mellemeuropæisk tid**, som er 9^m 41^s mere end Københavns middelsoltid, der før 1894 blev benyttet som fælles tid for hele landet.

I denne kalender er **sommertid** (se side 42) indført i kalenderiet.

Døgnet antages overensstemmende med almindelig vedtægt at begynde ved midnat og regnes indtil næste midnat fra 0^h 0^m til 24^h 0^m, som er det samme som 0^h 0^m det følgende døgn.

De i denne kalender angivne klokkeslæt for Solens, Månens og planeternes kulminationer, er beregnet for disse himmellegemers centre og gælder for København, hvor andet ikke er angivet.

For landets øvrige steder må der for vestligere længder lægges så meget til og for østligere længder trækkes så meget fra, som sidste rubrik i fortegnelsen side 80-83 angiver. For eksempel kulminerer Solen i København den 25. juni kl. 13^h 12^m (se side 26); altså kulminerer den samme dag i Skagen kl. 13^h 20^m.

Denne kalenderes klokkeslæt for Solens, Månens og planeternes opgang og nedgang er ligeledes beregnet for disse himmellegemers centre og gælder for København, hvor andet ikke er angivet. For landets øvrige steder må man trække den halve dagbue fra eller lægge den til klokkeslættet for kulminationen på det pågældende sted. Den halve dagbue er lig tidsrummet fra opgang til kulmination eller fra kulmination til nedgang. For Solen kan den halve dagbue findes af tabellen side 76-79. Men den kan også findes ved hjælp af nedenstående lille tabel, der gælder for Solen, planeterne og tilnærmelsesvis også for Månen. Fra kalenderen kan man finde den halve dagbue for København, og tabellen angiver da, hvor mange minutter der skal lægges til (+) eller trækkes fra (-) den halve dagbue for København for at få den halve dagbue for steder, der ligger 1 grad sydligere henholdsvis 1 og 2 grader nordligere end København, alt efter om den halve dagbue i København er fra 3 til 9 timer.

København	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	0	9	0
1° s.f. København	+	8	+	5	+	2	0	-	2	-	5	-	8	
1° n.f. København	-	9	-	5	-	2	0	+	2	+	5	+	9	
2° n.f. København	-	19	-	11	-	5	0	+	5	+	11	+	19	

Eksempel: Solens op- og nedgang i Skagen den 25. juni. På side 26 ses, at Solens halve dagbue den 25. juni er 8^h 43^m. Da Skagen ligger 2° 2' nordligere end København, bliver der ifølge tabellen 17^m at lægge til. Solens halve dagbue for Skagen er altså den dag 9^h 0^m. Trækkes dette fra eller lægges til klokkeslættet for Solens kulmination i Skagen, der ovenfor blev fundet til 13^h 20^m, fås for Solens opgang kl. 4^h 20^m og for dens nedgang kl. 22^h 20^m.

Sommertid 2006

Sommertid begynder i 2006 søndag den 26. marts, hvor urene stilles én time frem, og slutter søndag den 29. oktober, hvor urene stilles én time tilbage. Det korrekte tidspunkt at ændre klokkeslættet er ved sommertidens indførelse kl. 2, hvor urene stilles frem til kl. 3 og ved sommertidens ophør kl. 3, hvor urene stilles tilbage til kl. 2.

Tusmørket

Fra 1985 angives tusmørket som det tidsrum der forløber fra solnedgang og indtil Solen er 6° under horisonten. Dette er i overensstemmelse med den i andre lande vedtagne standard for det borgerlige tusmørkes varighed. Indtil 1985 har man, fra gammel tid, i danske almanakker benyttet en grænse på 6° 24' for tusmørkets varighed.

Stjernetid

Kalenderens klokkeslæt er baseret på middelsoldøgnet, som er Jordens gennemsnitlige rotationstid i forhold til Solen. Dette tidsmål er velegnet for det daglige liv, da Solen i middel altid står i syd på samme tidspunkt af døgnet. For observationer af stjernehimlen er det mere hensigtsmæssigt at anvende stjernetid. Denne er baseret på stjemedøgnet, der bortset fra en mindre korrektion er Jordens rotationstid i forhold til stjernehimlen. Et fast punkt på himlen vil da altid stå i syd på samme tidspunkt efter stjernetid, og tidspunktet efter stjernetid er lig med punktets rektascension (se også side 71).

Tabel 3 på side 70 angiver stjernetiden i hele timer for en række dage og klokkeslæt i København. Der er ikke indført sommertid i tabel 3. Nedenfor er stjernetiden ved midnat angivet for de samme dage, men med større nøjagtighed. Den nøjagtige stjernetid for ethvert andet tidspunkt kan herefter beregnes, idet der for hver 24^h middelsoltid forløber 24^h 3^m 56^s.555 stjernetid.

Stjernetid for Københavns meridian ved mellemeuropæisk midnat kl. 0^h, i 2006

9. januar	7 ^h	3 ^m	42 ^s .8	10. juli	19 ^h	1 ^m	16 ^s .0
24. –	8	2	51,1	25. –	20	0	24,4
8. februar.....	9	1	59,5	10. august	21	3	29,3
23. –	10	1	7,8	25. –	22	2	37,6
10. marts	11	0	16,2	9. september	23	1	45,9
26. –	12	3	21,0	24. –	0	0	54,2
10. april.....	13	2	29,3	9. oktober	1	0	2,5
25. –	14	1	37,6	25. –	2	3	7,4
10. maj	15	0	46,0	9. november.....	3	2	15,8
26. –	16	3	50,9	24. –	4	1	24,1
10. juni	17	2	59,3	9. december	5	0	32,5
25. –	18	2	7,7	25. –	6	3	37,5

Beregning af retningen til Solen

Retningen til Solen kan angives ved to størrelser, **højde** og **azimut**. Højden angiver Solens højde over horisonten, og azimut angiver vinklen målt i horisonten fra sydpunktet mod vest til det punkt i horisonten, der ligger lodret under Solen. Idet azimut tælles fra 0° til 360° , bliver azimut lig med 0° når Solen står stik syd, 90° når Solen står stik vest og 270° når Solen står stik øst.

Solens højde og azimut kan findes ud fra iagttagelsesstedets geografiske bredde, Solens deklination og dens timevinkel. Den geografiske bredde kan findes ved hjælp af et kort eller ud fra tabellen (side 76-78). Solens deklination er for hver dag angivet i kalenderiet (side 16-39). Solens timevinkel til et opgivet klokkeslæt findes ved at trække kulminationstidspunktet fra det opgivne klokkeslæt. Kulminationstidspunktet beregnes som beskrevet side 41. Er kulminationstidspunktet større end det opgivne klokkeslæt, lægges 24^h til klokkeslættet, inden subtraktionen udføres.

Solens højde og azimut kan findes **grafisk** ved hjælp af kortene bag i bogen.

Kort A og C anvendes til at finde Solens højde. Kort A benyttes, når Solens deklination er positiv, og kort C benyttes, når Solens deklination er negativ. På den lodrette akse afsættes et punkt, der (ifølge inddelingen til venstre for linien) svarer til Solens deklination. Ved hjælp af kortets grad- og timenet opsøges derefter det til bredden og timevinklen svarende punkt. Er timevinklen større end 12^h benyttes det tal, der fremkommer ved at trække timevinklen fra 24^h . Afstanden mellem de to punkter afsættes på den lodrette akse ud fra 90° og nedefter; det tal man derved kan aflæse på gradinddelingen til venstre for linien angiver Solens højde.

Kort B anvendes til bestemmelse af Solens azimut. På den forlængede midterlinie S-N opsøges det punkt, der (ifølge inddelingen til venstre for linien) svarer til Solens deklination. Ved hjælp af kortets gradinddeling (langs de lodrette og vandrette akser) og timeinddeling (langs kortets yderkant) opsøges derefter det punkt, der svarer til stedets geografiske bredde og Solens timevinkel. Tegnes linien mellem de to punkter, er azimut vinklen fra den forlængede midterlinie S-N til den således fastlagte linie, regnet i den retning, som viserne på et ur bevæger sig i.

Solens højde h og azimut Az kan også beregnes af følgende **trigonometriske** formler:

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t,$$

$$\operatorname{tg} Az = \frac{\cos \delta \sin t}{\sin \varphi \cos \delta \cos t - \cos \varphi \sin \delta}$$

hvor φ er stedets geografiske bredde, δ er Solens deklination og t er Solens timevinkel. Timevinklen omregnes fra tidsmål til gradmål ved at benytte, at $1^h = 15^\circ$ og $1^m = 15'$.

Eks. Find retningen til Solen den 25. juni kl. 11^h30^m i Skagen.

Geografisk bredde for Skagen (side 81) = $57^\circ 43'$

Solens deklination d. 25 juni (side 26) = $+23^\circ 23'$

Solens kulminationstidspunkt i Skagen (side 41) 13^h20^m

Timevinkel kl. 11^h30^m er $11^h30^m + 24^h - 13^h20^m = 22^h10^m = 332^\circ 30'$

$$\sin h = \sin (57^\circ 43') \sin (23^\circ 23') + \cos (57^\circ 43') \cos (23^\circ 23') \cos (332^\circ 30')$$

$$\operatorname{tg} Az = \frac{\cos (23^\circ 23') \sin (332^\circ 30')}{\sin (57^\circ 43') \cos (23^\circ 23') \cos (332^\circ 30') - \cos (57^\circ 43') \sin (23^\circ 23')}$$

$\sin h = 0.7702$, $\text{tg } Az = -0.8895$

h : højden over horisonten = $50^\circ 22'$

Az : azimut regnet fra syd = $318^\circ 21'$

Solens middagshøjde

Når Solen står mod syd, er den højest på himlen og siges da at kulminere. Solhøjden ved kulmination kan findes ud fra iagttagelsesstedets geografiske bredde og Solens deklination. Den geografiske bredde findes ud fra et kort eller ud fra tabellen side 80-83. Solens deklination er for hver dag angivet i kalenderet side 16-39. Solens højde h ved kulmination findes da ved at trække den geografiske bredde u fra 90° og dertil lægge deklinationen d :

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta$$

Eks. Solens middagshøjde i Skagen den 3. januar.

Geografisk bredde for Skagen (side 81) = $57^\circ 43'$

Solens deklination den 3. jan. (side 16) = $-22^\circ 49'$

Solens højde ved kulmination $h = 90^\circ - 57^\circ 43' - 22^\circ 49' = 9^\circ 28'$

Solens og planeternes årlige bevægelser på stjernehimlen

Foruden at deltage i himmelkuglens daglige omdrejning fra øst mod vest flytter Solen og planeterne sig fra dag til dag mellem stjernerne.

Solens tilsyneladende årlige bane på himlen kaldes *ekliptika*. Ekliptikas beliggenhed på stjernehimlen er vist på stjernkort II og III. Ved forårsjævndøgn passerer Solen himlens ækvator fra syd mod nord gennem forårspunktet, der på stjernkort II findes lodret over tallet 0. Solens position på ekliptika kan angives ved *længden*, der måles langs ekliptika fra forårspunktet mod øst, det vil sige mod venstre på stjernkortene. Se i øvrigt side 69 om stjernkortenes anvendelse.

Alle planeterne, med undtagelse af Pluto, bevæger sig altid inden for et smalt bælte, *zodiak'en* eller *dyrekredsen*, der ligger symmetrisk omkring ekliptika. Dyrekredsen opdeles i 12 lige store dele, de 12 dyrekredstegn, der hver dækker 30° af dyrekredsen. Dyrekredstegnene er opkaldt efter de stjernebilleder, hvori de i oldtiden befandt sig. I dag er dyrekredstegnene forskudt i forhold til stjernebillederne, det er derfor vigtigt at skelne mellem dyrekredstegn og stjernebilleder, da de dækker forskellige områder af himlen.

Solens længde og gang gennem dyrekredstegnene er angivet i tabellen nedenfor. De ydre planeters gang gennem stjernebillederne er beskrevet i afsnittet 'Planeterne i året 2006'.

Solens længde og indgangsdage i dyrekredsens tegn i år 2006

Vandmanden	300°	20. jan.	Løven	120°	23. juli
Fiskene	330°	18. feb.	Jomfruen	150°	23. aug.
Vædderen	0°	20. mar., jævnd.	Vægten	180°	23. sep., jævnd.
Tyren	30°	20. april	Skorpionen	210°	23. okt.
Tvillingerne	60°	21. maj	Skytten	240°	22. nov.
Krebsen	90°	21. juni solhv.	Stenbukken	270°	22. dec., solhv.

Planeterne i året 2006

Merkur kan kun ses lavt mod øst før solopgang eller lavt i vest efter solnedgang. Planeten vil, set fra Jorden, bevæge sig fra den ene side af Solen til den anden flere gange i årets løb. Tabellen side 61 (Planeternes positioner) angiver dens vinkelafstand fra Solen for en række dage i året. Står Merkur øst for Solen, er det muligt at se den som aftenstjerne lavt i vest lige efter solnedgang. Står den vest for Solen, kan den ses som morgenstjerne over den østlige horisont kort før solopgang.

Den 24. februar, 20. juni og 17. oktober er den længst øst for Solen og går omkring disse dage ned henholdsvis 2 timer, 1½ time og ¼ time efter Solen. Den 8. april, 7. august og 25. november er den længst vest for Solen og står omkring disse dage op henholdsvis ½ time, 1¼ time og 2 timer før Solen. Tiden fra midt i november til i begyndelsen af december tilbyder de bedste muligheder for at se Merkur.

Venus. Planetens tilsyneladende bevægelse er meget lig Merkurs, men noget langsommere, og Venus når større vinkelafstand fra Solen. Tabellen side 61 angiver for en række dage i året planetens vinkelafstand fra Solen.

Venus vil fra årets begyndelse være klart synlig på aftenhimlen og går da ned 2 timer efter solen. Fra sidste halvdel af januar til sidst i september vil Venus ses som morgenstjerne. Fra sidst i september til sidst i november står Venus for tæt på solen for at kunne iagttages, men fra december indtil årets udgang vil den igen kunne ses, nu som aftenstjerne efter solnedgang. Den 25. marts er den længst vest for Solen og står omkring denne dato op 1½ time før Solen. Venus lyser klarest den 17. februar.

Mars står i begyndelsen af året i stjernebilledet Vædderen og går i begyndelsen af februar ind i Tyren. Midt i marts går den ind i Tvillingerne, i begyndelsen af juni i Krebsen og først i juli går den ind i Løven. I september og oktober står Mars i Jomfruens stjernebillede. I begyndelsen af november går den ind i Vægten, i begyndelsen af december i Skorpionen og den sidste halvdel af december står den i Ophiuchus.

Mars vil fra årets begyndelse være synlig en stor del af natten. Ved årets begyndelse kulminerer den kl. 20 og går ned omkring kl. 04^h om morgenen. Derefter vil den gradvis gå ned tidligere indtil slutningen af september da den går ned omtrent samtidigt med Solen. Den er da for tæt på solen for at kunne ses. Mars vil igen være synlig fra midten af november, nu på morgenhimlen. Ved årets slutning står den op 1½ time før Solen og kan da ses på morgenhimlen. Mars har i 2006 ingen oppositioner til Solen.

Mars står i syd kl. 20^h 00^m omkring 1. januar, 1. april kl. 18^h 00^m, omkring 1. juli kl. 16^h, omkring 1. oktober kl. 13^h 30^m og ved årets slutning står Mars i syd kl. 10^h 30^m.

Jupiter står i stjernebilledet Vægten fra årets begyndelse og går i begyndelsen af december ind i Skorpionen og sidst i december ind i Ophiuchus. Ved årets begyndelse står Jupiter op kl. 3^h 30^m om natten og vil være synlig på himmelen indtil solopgang. Herefter vil den stå op tidligere og tidligere og efterhånden være synlig en større del af natten. Den 4. maj kl. 16^h 36^m er Jupiter i opposition til Solen og vil da være synlig det meste af natten fra solopgang til solnedgang. Derefter går den ned ved solopgang og så tidligere for hver nat indtil sidst i november

da den går ned ved solnedgang. Fra december kan Jupiter igen ses, nu på morgenhimlen før solopgang.

Jupiter står ved årets begyndelse i syd kl. 8^h om morgenen, den 1. april kl. 3^h 35^m, den 1. juli kl. 21, den 1. oktober kl. 15^h 35^m og sidst i december står den i syd kl. 10 om formiddagen. Den 1. maj går den ned kl. 5^h 56^m, den 1. juni kl. 3^h 47^m, den 1. juli kl. 1^h 45^m, den 1. august kl. 23^h 40^m og den 1. oktober kl. 19^h 55^m.

Saturn står i første halvdel af året i stjernebilledet Krebsen og går i september ind i Løven. Ved årets begyndelse vil Saturn være synlig det meste af natten. Den er i opposition til Solen den 27. januar ved midnat og kan da ses hele natten. Frem til juli vil den efterhånden gå ned tidligere og tidligere og vil kun være synlig en mindre del af natten. Den 1. marts går den ned kl. 6^h 17^m, 1. maj kl. 3^h 16^m og 1. juni kl. 1^h 19^m. Saturn er for tæt på Solen for at kunne iagttages i begyndelsen af august hvorefter den kan ses om morgenen og gradvis en større del af natten.

Saturn står ved årets begyndelse i syd omkring kl. 2 om natten. Den 1. april står den i syd ca. kl. 21, den 1. juli omkring kl. 15^h 30^m, den 1. oktober omkring kl. 10 om formiddagen og den 30. december omkring kl. 3^h 30^m om natten.

Uranus, som under særligt gunstige forhold netop kan skimtes med det blotte øje, står hele året i stjernebilledet Vandmanden. Den er i opposition til Solen den 5. september og vil da kunne ses det meste af natten.

Neptun står hele året i stjernebilledet Stenbukken. Den er i opposition til Solen den 11. august kl. 7^h 14^m.

Pluto står ved årets begyndelse i stjernebilledet Slangen, går sidst i september ind i Ophiuchus og i begyndelsen af december går den ind i Skytten. Den er i opposition til Solen den 16. juni omkring kl. 19^h 22^m.

De klareste planeters synlighed om morgenen og om aftenen (omtrentlige datoer):

	Morgen	Aften
Venus	20. januar – 18. september	1. – 9. januar 10. – 31. december
Mars	5. – 31. december	1. januar – 5. september
Jupiter	1. januar – 20. april 5. – 31. december	15. juni – 1. november
Saturn	1. – 15. januar 25. august – 31. december	1. februar – 20. juli

Oversigt over planeterne op- og nedgang i året

For eksempel ses det den 21. januar at Uranus er synlig på aftenhimmelen efter solnedgang og går ned ca. kl. 20.

Jupiter vil stå op ca. kl. 2^h 30^m og vil være synlig resten af natten.

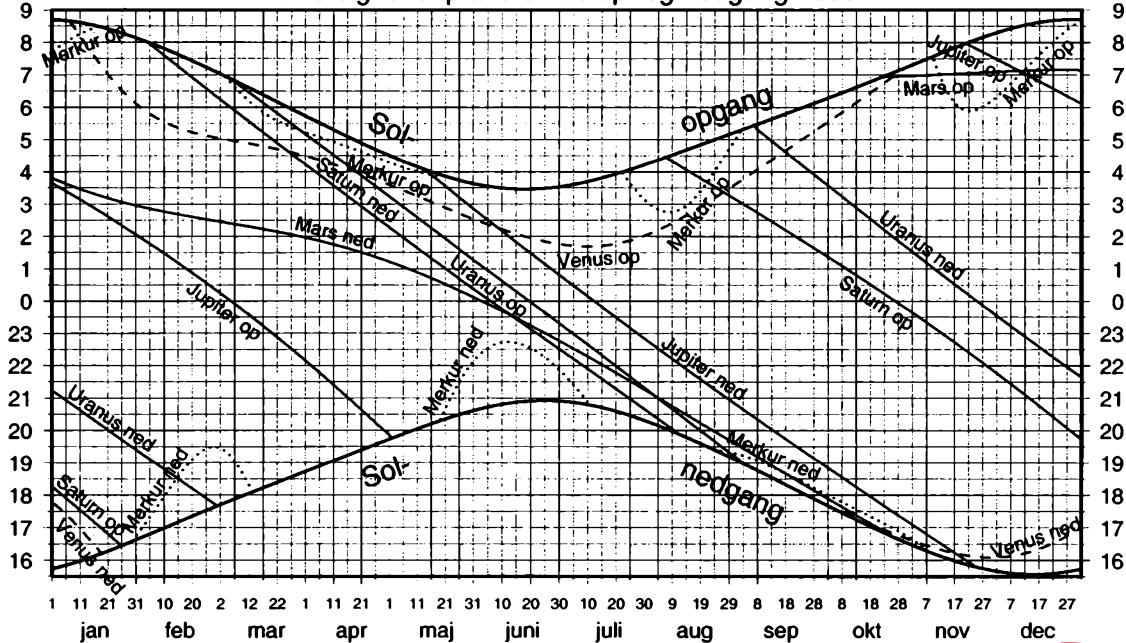
Venus vil stå op 1½ time før Solen og være synlig på morgenhimlen.

Mars vil gå ned kl. 3 om natten og være synlig under aftenen og den første del af natten.

Merkur vil ikke være synlig idet den vil stå op ved solopgang og gå ned før solnedgang.

Tiderne i diagrammet på s. 47 er normaltid, dvs. ved sommertid (26. marts til 29. oktober) skal der lægges en time til.

Oversigt over planeternes op- og nedgang 2006



Planeterne

Af lektor Kaare Lund Rasmussen
Syddansk Universitet

Merkur er Solsystemets inderste planet tættest ved Solen. Merkur har en overflade med mange kratere, hvilket tyder på, at overfalden er meget gammel. Det største krater på Merkur hedder Caloris-bassinet og er 1300 km i diameter. Geologiske forkastninger er almindeligt forekommende på Merkurs overflade, men planeten er ikke længere geologisk aktiv. Relativt til sin størrelse har Merkur den største metalkerne blandt alle planeterne. Kernen, som formodes at bestå af jern og nikkel, udgør 75% af planetens radius og 42% af dens volumen. Merkur har en utrolig tynd atmosfære, og overfladetemperaturen varierer fra en dagsidetemperatur på +425°C til -180°C på natsiden.

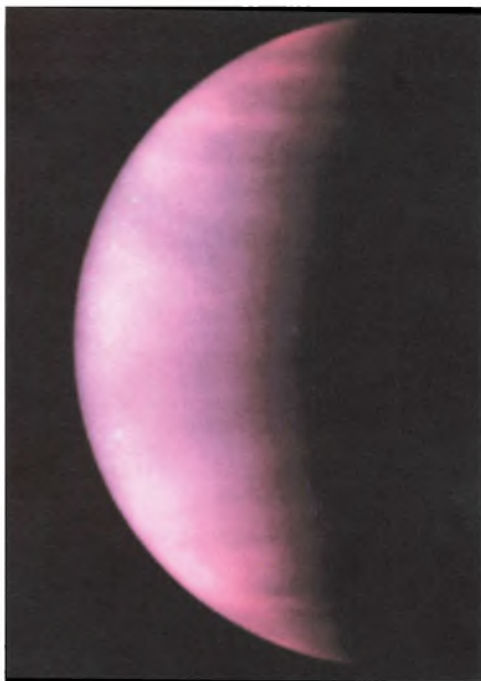
Ud fra billeder taget af den amerikanske Mariner 10 rumsonde i 1974 har man regnet ud, at Merkurs radius er skrumpet 4 km siden dens dannelse. Det er en meget stor skrumpning, der svarer til et tab på 0,5% af planetens rumfang.

Der er flere teorier for, hvorfor Merkur er skrumpet, og hvorfor den har så stor en metalkerne. Den mest sandsynlige forklaring for begge fakta er, at Merkur tidligt i sin historie har udgasset mange af de flygtige grundstoffer på grund af sin nærhed ved Solen. En alternativ forklaring på den store kerne er, at noget af skorpen er eroderet væk af talrige meteornedslag, mens skrumpningen kan forklares ved, at metalkernen har en sammensætning, der under krystallisation bevirker skrumpning.

Når Merkur er i sit konjunktionspunkt nær Jorden, hænder det, at den - set fra Jorden - passerer Solen, hvilket ses som en lille sort plet, der bevæger sig hen over solskiven. Dette kaldes en merkurpassage. En sådan kan kun finde sted nogle få dage om året, enten omkring den 7. maj eller omkring den 9. november. Den første Merkur-passage blev observeret af Pierre Gassendi (1592-1655) den 7. november 1631. Der sker i gennemsnit 13 merkurpassager per århundrede. Merkurpassager er mulige hvert 7., 13. og 46. år. Dog er 7-års intervallet kun muligt i november måned. At det netop er hvert 7., 13. og 46. år, at muligheden opstår, skyldes, at 22 synodiske perioder for Merkurs omløb svarer til omtrent 7 jord-år, 41 perioder svarer til 13 jord-år og 145 perioder til 46 jord-år.

Merkurs bane er stærkt elliptisk ($e=0,206$), og dens afstand fra Solen varierer med 24 millioner km. Den elliptiske bane drejer langsomt rundt i forhold til fiksstjernerne med en hastighed på 9 bueminutter og 26 buesekunder per århundrede. En omdrejning af banens perihelium (banepunktet tættest ved Solen) tager derfor ca. 227.000 år. Beregninger, der tager de små tyngdepåvirkninger fra de andre planeter i betragtning, giver imidlertid en hastighed, der er 43 buesekunder per århundrede mindre end den hastighed, som man får fra observationerne. Dette fik i 1859 den franske astronom Urbain Le Verrier (1811-1877) til at foreslå, at der fandtes en ukendt planet, som han døbte Vulkan, mellem Merkur og Solen. Senere observationer kunne imidlertid ikke bekræfte Vulkans eksistens, og da Einstein i 1917 fremsatte sin almene relativitetsteori kunne han med den forklare Merkurs ekstra periheldrejning.

Venus er Jordens naboplanet ind mod Solen. Den ligner Jorden meget i både størrelse og sammensætning. Set i en prismekikkert har Venus faser ligesom Månen og kan i perioder ses som en lille halvmåne før solopgang og efter solnedgang. Når Venus passerer hen foran Solen taler man om en Venus-passage. Venus ses



Venus' skydekke set i ultraviolet lys med Hubble Rumteleskopet. Venus er dækket af skyer indeholdende svovlsyre. På grund af de barske betingelser på planetens overflade (465°C og 60 atomsfæres tryk) er det kun lykkedes at få meget få billeder direkte fra planetens overflade. Det nederste billede er fra den russiske Venera 13 rumsonde der landende på Venus i 1982 og sendte de første farvebilleder tilbage til Jorden fra Venus' overflade.

Image credit: NASA/L. Esposito (University of Colorado)



da som en mørk plet, der bevæger sig hen over solskiven. Venus-passager forekommer altid i par med 8 års mellemrum i dagene omkring 7. juni eller 8. december. Intervallet mellem forekomsten er skiftevis 105½ og 121½ år. Fænomenet blev forudsagt af Kepler, som dog ikke selv så det. Den engelske amatør astronom Jeremiah Horrocks observerede den første Venus-passage den 4. december 1639. De sidste 3 par var i 1631 og 1639, 1761 og 1769, 1874 og 1882. De næste 2 par Venus-passager var sidste år den 7. juni 2004 og 5. juni 2012, mens det følgende par er den 10. december 2117 og 8. december 2125.

Venus er fuldstændig dækket af et hvid-gråt skydække, som er 2-3 km tykt og ligger i en højde af ca. 50 km over venusoverfladen. I højder mellem 30 og 65 km findes tynde skyer eller dis. Både skyer og dis består af svovlsyre dråber. Gennemsnitstemperaturen ved overfladen er 453°C og lufttrykket er 60 atm. Atmosfæren består af 96% kuldioxid, 3% nitrogen, 0,003% vanddamp samt små mængder svovlsyre. Grunden til det enorme partialtryk af kuldioxid er, at Venus i modsætning til Jorden har været udsat for en løbsk drivhuseffekt, hvor øget temperatur har ført til øget kuldioxidudslip, som igen har hævet temperaturen. Tættere ved overfladen, under 30 km højde, er atmosfæren mere klar med lysforhold svarende til en gråvejrsdag på Jorden. De øvre dele af atmosfæren udviser høje vindhastigheder og en del lynaktivitet, mens der er relativt vindstille ved overfalden.

Magellan-satellitten har ved hjælp af SAR-radar kortlagt hele Venus' overflade med en opløsning på 120 m i pixelstørrelse. Alle strukturer på Venus er opkaldt efter kvinder. De to dominerende kontinentlignende højlande hedder Istar Terra og Aphrodite Terra. Den største bjergkæde på Venus er Istars Maxwellbjerger, som hæver sig 10 km over det omgivende land. Herudover er Venus' almindeligste landskabsform et let kuperet lavland, som udgør ca. 80% af overfalden, men der findes også talrige forkastninger og rift-dale samt nogle få meteorkraterer. Et af de mere særpregede er Aurelia-krateret, der er 30 km i diameter og har et asymmetrisk udkastningsmønster, hvilket tyder på, at meteoren har ramt Venus med en meget lille vinkel i forhold til overfladen. Ca. 10% af overfladen er decideret dybtliggende; måske svarende til Jordens oceanbunde. På Venus ses mange, store skjoldformede vulkaner, et eksempel er Sif Mons. Man regner med, at lavaen på Venus er mere vandfattig end jordisk lava og vulkanismen derfor mere eksplosiv. Flere store, hævdede områder, som f.eks. Beta Regio, ser ud til at være dannet ved at skorpe- og kappemateriale er vældet op til overfladen, hvilket også har medført udbredt riftdannelse omkring disse hævdede områder. En lang snoet kanal, Baltis Vallis, strækker sig over 6800 km. Det er den længste kanal i Solsystemet. Til sammenligning kan nævnes, at Nilen er 6700 km. Kanalen er 2-5 km bred og har ingen tilløb eller afløb. Oprindelsen af denne kanal er ikke forstået endnu, idet man har svært ved at forstille sig, at lava kunne flyde så langt uden at størkne, og vand kunne næppe flyde så langt uden at fordampe under de varme betingelser på Venus overflade.

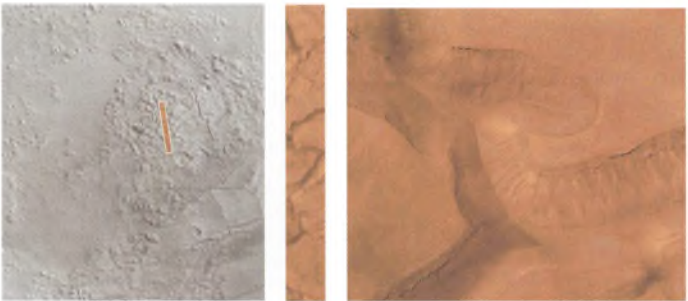
Venus har ingen pladetektonik, men er stadig geologisk aktiv med blandt andet vulkansk aktivitet.

Mars er Jordens nærmeste naboplanet udad i Solsystemet og er den yderste af de fire terrestriske planeter. Mars er meget mindre end Jorden, den har en radius på ca. det halve af Jorden. Mars kaldes den røde planet på grund af overfladens indhold af forskellige jernoxider, fortrinsvis i oxidationstrin 3. Mars har to måner, Phobos og Deimos, der først blev observeret i 1877 af Asaph Hall (1829-1907). Begge måner er formodentlig indfangede asteroider. Mars roterer om sin egen akse med næsten samme hastighed som Jorden, 24 timer og 37 minutter.



Mars set med Hubble Rumteleskopet. Bemærk det tynde skydække og de to is dækkede poler. Skyen til højre for midten i billedet ligger lige over Mars' højeste vulkan Olympus Mons.

Image credit: NASA/Philip James (University of Toledo)/Steven Lee (University of Colorado).



Udsnit af Mars' overflade. Billede til venstre blev taget af Viking sonden i 1977, det viser et område omkring 37,5° syd og 170,5° vest. Den farvede stribe er gengivet i midten og viser et udsnit der er 3 km bredt og 22,6 km langt. Området til højre er et udsnit af midterbillede og viser et område der er 3 km gange 2,6 km. Disse to billeder blev taget af Mars Global Surveyor i januar 2000. Formationerne er formentlig blevet skabt af flydende vand tidligere i Mars' historie.

Image credit: NASA/JPL/Malin Space Science System

Mars' nordlige halvkugle er domineret af unge højlande med forholdsvis ringe kratertæthed. Det største højlandsområde hedder Tharsis. Tharsis er ca. 4000 km i diameter og hæver sig 8-10 km over det omgivende lavland. I Tharsis-højlandet findes tre kæmpevulkaner. Den højeste af dem, Olympus Mons, rejser sig 26,4 km over lavlandet og er den største vulkan i Solsystemet. Omkring Tharsis-højlandet findes vidtstrakte områder med sprækker, og ved Tharsis starter et canyon-system kaldet Valles Marineris bestående af eroderede sprækkedale, der løber øst-vest på en strækning over 4000 km og skærer sig ned til 8 km's dybde. Visse steder er den 80-100 km bred. Syd for Valles Marineris findes et gammelt højland med mange kratere.

Mars var geologisk aktiv indtil for omtrent 1,3 milliard år siden, hvor dens indre kerne gradvist størknede. Beregninger viser, at Mars metalkerne er lettere end Jordens kerne, hvilket formodentlig skyldes tilstedeværelsen af jernsulfid (FeS). Denne størkning medførte, at Mars' kappe herefter kunne understøtte bjerge og vulkaner så høje som 26 km. På Jorden har isostasi reduceret højden af bjergkæder til ca. 10 km. Også Mars' lave tyngdeacceleration ($3,7 \text{ m/s}^2$) medvirker til at opretholde en kompetent skorpe på planeten. Man regner med, at Mars har en væsentlig tykkere skorpe end Jorden. Hvor magmaen på Jordens højeste vulkan, Mauna Loa på Hawaii, stammer fra ca. 60 km's dybde, så mener man, at magmaen fra Olympus Mons stammer fra 150-200 km's dybde.

Man har en god idé om den kemiske sammensætning af marsoverfladen. Ud over de målinger, som rumsonderne Viking 1 og 2, Pathfinder og Mars Global Surveyor har sendt hjem til Jorden, så findes der sandsynligvis stykker af Mars-bjergarter i meteoritsamlinger rundt om i verden, nemlig de mere end 28 såkaldte SNC-meteoritter. Det er sandsynligt, at SNC-meteoritterne er stumper af Mars, der er slynget ud i rummet ved store meteormedslag på Mars. Efter udslyngningen har de bevæget sig i bane omkring Solen for til sidst at falde ned som meteoritter her på Jorden.

De billeder, som rumsonderne har taget, viser tydeligt, at der har været rindende vand på Mars' overflade tidligere i dens historie. Det er der imidlertid ikke mere. Overfladen er tør, og det vand, der findes nu, er bundet som is i polkalotterne og i undergrunden. Data fra Mars Global Surveyor har med stor sikkerhed vist, at der har været rindende vand i området omkring ækvator. Som konsekvens heraf må også atmosfæren have været væsentlig tykkere end i dag.

Temperaturen på Mars er i almindelighed mellem -75°C og -30°C , men kan i ekstreme tilfælde nå til mellem -130°C og $+20^\circ\text{C}$. Luftrykket er ca. 0,008 atm, eller 1/125-del af luftrykket her på Jorden, og atmosfæren består af carbondioxid (95%) og nitrogen (3%). Vindhastigheder på op til 60 m/s er observeret. Støvstorme rejser sig jævnlige, og da er hele planetens overflade usynlig fra rummet.

Ud over vores egen Måne er Mars det mest indbydende sted for menneskelig beboelse i Solsystemet. Mars vil formodentlig også være målet for den næste bemandede rumflyvning til en af planeterne. Ingen af de forsøg ombord på rumfartøjerne, der er landet på Mars, har vist tegn på liv, men det er stadig teoretisk muligt, at der har været liv på Mars i en fjern geologisk fortid.

Jupiter. Solsystemets største planet. Jupiter har, som de andre jovianske planeter, Saturn, Uranus og Neptun, en sammensætning, der er meget lig den oprindelige sammensætning af solnebulaen og dermed også Solens nuværende sammensætning.

Jupiter indeholder ca. 90% brint og 10% helium samt små mængder af andre grundstoffer. Man definerer Jupiters overflade som den dybde i atmosfæren, hvor



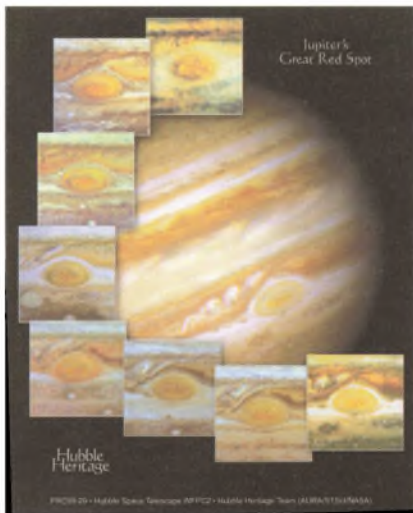
Mathilde

Gaspra

Ida

Ud af de mere end 130.000 kendte asteroider der befinder sig i bane omkring Solen mellem Mars' og Jupiters baner, er det kun asteroiderne Mathilde, Gaspra og Ida der er blevet fotograferet så tæt på at strukturer på overfladen kan skelnes. De tre asteroider er vist i deres indbyrdes størrelsesforhold. Mathilde er 59 km på den brede led og 47 km på den høje led. Billederne er taget af rumsonderne NEAR og Galileo.

Image credit: NASA/JPL



Jupiters røde plet som den har udviklet sig fra 1920 til 1999. Billederne er taget med Hubble Rumteleskopet. Den røde plet er den største kendte storm i Solsystemet. Pletten er 24778 km på den lange led svarende til to gange Jordens diameter.

Image credit: Hubble Heritage Team (STScI/AURA/NASA) and Amy Simon (Conell Univeristy).

trykket er på 1 bar. Her findes brint i en molekylær form ved en temperatur på 165 K. Beregninger viser, at trykket stiger hurtigt, når man bevæger sig længere ned i planeten og ved et tryk på 100.000 bar begynder gassen at opføre sig som en varm molekylær væske. Overgangen til molekylær væske sker gradvist med dybden, og der findes derfor ikke en egentlig væskeoverflade. I en dybde af 20.000 km under "overfladen" er trykket oppe på 4 mio. bar og temperaturen ca. 10.000 K. Ved dette tryk overgår brinten til en elektrisk ledende tilstandsform kaldet metallisk brint, hvis egenskaber minder om flydende metal. Metallisk brint er helt ioniseret. Det skal bemærkes, at helium på intet sted er ioniseret i Jupiters indre, og teoretiske overvejelser antyder, at helium ikke er blandbart med metallisk brint. Man forventer derfor, at helium regner ud af zonen med metallisk brint og danner et heliumhav i bunden af den metalliske brintzone; også på grænsen mellem heliumhav og metallisk brint er det tvivlsomt, om der findes en egentlig væskeoverflade. Massefylden i området med metallisk brint stiger med dybden fra 1 til 4 g/cm³. Nederst i Jupiters indre findes en kerne af is, sten og jern-nikkel-metal på størrelse med Jorden, men med en langt større massefylde. Massefylden af kernen er formodentlig 10-20 g/cm³ og temperaturen ca. 20.000 K.

På billeder af Jupiters atmosfære ser man en opdeling i bånd eller zonale strømningsmønstre. Disse zonale mønstre skyldes massestrømme dybere i Jupiters indre. Man har målt vindhastigheder nær Jupiters ækvator på op til 100 m/s. Farven på båndene varierer imellem hvid, gullig og rød. Den rødlige farve i de dybere lag af skydækket skyldes formodentlig svovlforbindelser, dannet ud fra H₂S og NH₃.

En meget karakteristisk struktur på Jupiter er den Store Røde Plet, som efter historiske optegnelser at dømme sandsynligvis har eksisteret i over 300 år. Den Store Røde Plet er større end Jorden. Bevægelsen i pletten er anticyklonisk og den udgør derfor et højtryksområde. Den Store Røde Plet er et meget interessant fænomen, fordi cykloner almindeligvis ikke kan forventes at leve flere hundrede år. De fleste cykloner vil forsvinde på en tidsskala over dage eller uger. Dette må enten betyde, at der har været flere røde pletter i de sidste 300 år, eller at der må være en vedvarende energikilde i Jupiters indre under Den Store Røde Plet. Det er også muligt, at cyklonen trækker energi fra det zonale strømningsmønster.

Integreret over alle bølgelængder udsender Jupiter en smule mere stråling end den modtager fra Solen og rummet. Dette må skyldes omlejringsprocesser i Jupiters indre, hvorved der stedse frigøres energi. Det betyder, at Jupiter til stadighed afkøles.

Jupiter har et stærkt magnetfelt, der omgiver planeten med en magnetosfære afsluttet med en magnetopause meget lig Jordens magnetosfære. Magnetfeltet skyldes formodentlig konvektive bevægelser i den metalliske brint. En væsentlig forskel fra Jorden er dog, at flere af Jupiters måner befinder sig indenfor magnetosfæren.

Jupiter har tre ringe. Hovedringen ligger 50.000 km over overfladen ved ækvator. Den er 6400 km bred og har en for ringe relativ stor tykkelse - ca. 30 km. Indenfor hovedringen findes halo-ringen, som består af uhyre fint materiale. Haloringen er usædvanlig tyk, næsten 20.000 km. Udenfor hovedringen findes slør-ringen, der strækker sig ud til 850.000 km fra ækvator. Partiklerne i Jupiters ringe er meget små sammenlignet med partiklerne i Saturns ringe, helt ned til nogle få m. Så små partikler kan højst overleve i ringen i tidsrum af størrelsesordenen 1000 år på grund af Poynting-Robertson-effekten, der bevirker, at de små partikler spirallerer ind mod planten. Heraf slutter man, at Jupiters ringe hele

tiden må fødes med nye partikler, der formodentlig stammer fra et stadigt mikro-meteoritbombardement af Jupiters indre måner.

Jupiter har 16 måner, der som et mini-solsystem følger baner, der opfylder deres egen udgave af Titius-Bodes lov. Jupiters måner kan deles op i fire grupper. Den inderste gruppe, Metis,Adrastea, Amaltea og Thebe, er dækket af et rødt lag af svovlforbindelser, der formodentlig stammer fra vulkanerne på Io. Dernæst følger de fire store såkaldt galilæiske måner (observeret første gang i 1610 af Galilei) Io, Europa, Ganymedes og Callisto. Disse otte inderste måner bevæger sig alle tæt ved Jupiters ækvatorplan (inklination tæt på 0°). Dernæst følger en gruppe på fire måner, Leda, Himalia, Lysithea og Elara, som er væsentlig mindre, og som alle har en langt større inklination mod Jupiters ækvator (ca. 28°). Endelig befinder den sidste gruppe, Anake, Carme, Pasiphae og Sinope, sig i retrograde baner omkring Jupiter. Denne sidste gruppe består uden tvivl af indfangne asteroider, som er dannet andet steds i Solsystemet og først sent i Solsystemets historie indfanget af Jupiters tyngdefelt.

Saturn er Solsystemets næststørste planet. Saturn, der ligesom Jupiter næsten har solsammensætning, er omgivet af et meget dominerende sæt ringe.

Som de andre jovianske planeter er Saturn en gasplanet. Saturn sammensætning menes at være 97% brint (H₂), 3% helium (He) og 0,2% metan (CH₄). Observerer man Saturn gennem et teleskop, ser man ned i dens atmosfære til et tryk på omkring 1 atm, der også her defineres som planetens overflade. Ved "overfladen" består atmosfæren af molekyler brint, H₂. Beregninger viser, at længere nede i planeten vil brinten gradvis optræde som en væske. Der er ikke tale om en egentlig »havoverflade«, men en gradvis overgang til en flydende form. Endnu længere nede, ved et tryk på ca. 4 Mbar og en temperatur på ca. 10.000 K, optræder en helt anden fasetilstand: flydende metallisk brint. I denne tilstand er brinten ioniseret og opfører sig på en måde meget lig flydende metal.

Inderst har Saturn en fast kerne, formodentlig bestående af silikater og jernnikkel-metal. Trykket på overfladen af denne kerne er ca. 12 Mbar og temperaturen ca. 12.000 K.

Saturns lave heliumindhold er interessant. Det er ca. 4x mindre end i Jupiter og i Solen. Årsagen til det lave heliumindhold er ikke helt forstået, men kan være, at den ikke-ioniserede helium ved lave temperaturer bliver uopløseligt i den ioniserede metalliske brint. Dette vil sandsynligvis føre til en fase separation, hvor den førhen i brint opløste helium vil regne ud som dråber mod bunden af det hav, som udgøres af den metalliske brint.

Saturns atmosfære er som Jupiters opdelt i zonale bæltter. Atmosfæren er meget turbulent og der er målt vindhastigheder på helt op til 500 m/sek. Vindene blæser i samme retning som planetens egenrotation, men hurtigere end dens indre rotationsperiode på 10 timer og 39,4 minutter. Som Jupiter udstråler også Saturn mere (infrarød) stråling end den netto modtager fra Solen og rummet, hvilket må skyldes en vedvarende afkøling af Saturn.

Saturn har et betydeligt svagere magnetfelt end Jupiter (ca. 36 gange svagere). Magnetosfæren svækkes med afstanden fra Saturn og strækker sig ud til omtrent 20 saturnradier, hvor månen Titan befinder sig. Saturns magnetiske centrum befinder sig kun 2400 km, eller 0,04 saturnradier fra planetens geometriske centrum. Magnetfeltet hælder mindre end 1° fra den geometriske nordpol.

Saturn er omgivet af 8 større og 10 mindre måner: Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Iapetus (de store), og Pan, Atlas, Prometheus, Pandora, Epimetheus, Janus, Calypso, Telesto, Helene og Phoebe (de mindre).



Saturn og dens to måner Rhea og Dione der ligger henholdsvis syd og syd-øst for Saturn.

Image credit: NASA

Den yderste, Phoebe, har retrogradt omløb og er med sikkerhed en indfanget asteroide. Alle de andre mindre måner er på grund af deres uregelmæssige form formentlig også indfangne asteroider. De store måner, på nær Hyperion, er formodentlig dannet samtidig med Saturn. Hyperion er speciel, idet den udviser en kaotisk egenrotation. Den mest interessante af Saturns måner er uden sammenligning Titan, hvis atmosfære består fortrinsvis af kvælstof (N_2 , 82-99%), men som også indeholder betydelige mængder methan og ethan (CH_4 og C_2H_6 1-6%) og argon (Ar, 0-12%). Det har endnu ikke været muligt at se strukturer på Titans overflade ud over, at den nordlige halvkugle er betydeligt mørkere end den sydlige. Årsagen hertil er endnu ikke forstået. Titans størrelse tillader ikke, at månen holder på en sådan atmosfære i længere tid, så det må formodes at molekylerne langsomt diffunderer ud i rummet og at der i samme tempo fordamper nye fra overfladen. Mimas er karakteristisk ved at have et enormt meteorkrater, Herschel, på 135 km (Mimas' radius er kun 198 km). Iapetus, som er den yderste af de større måner, er lys og dækket af kraterer på den halvdel, der vender bagud i banen om Saturn. På forsiden er den helt dækket af et mørkerødt materiale, som fuldstændig dækker denne side af månen. De lyse dele af Iapetus udsender 10 gange så meget lys som de mørkerøde områder. Materialet består muligvis af organiske molekyler, som sandsynligvis stammer fra rummet omkring Saturn. Det mørkerøde stof ses også i dybe kraterer på den lyse halvkugle.

Saturn har det flotteste og mest omfattende ringsystem i Solsystemet. Den har 7 ringe, navngivet indefra: D,C,B,A,F,G og E. Gabet mellem de to største ringe, A-ringen og B-ringen, kaldes for Cassini-gabet og blev opdaget allerede i 1600-tallet. Ringene befinder sig mellem 0,11 og ca. 7 saturnradier fra Saturns overflade. De mange gab formodes at opstå i resonans med saturnmånernes omløbstider, således f.eks. Enckes gab, hvor manglen på materiale formodentlig skyldes, at Encke-gabet ligger i resonansposition med månen Mimas, således at partikler, der måtte befinde sig i Encke-gabet, ville have en omløbsperiode på 3/5-dele af Mimas' omløbstid.

Materialet i ringene stammer formodentlig fra iturevne måner, som er kommet indenfor Roche-grænsen og derved blevet knust af Saturns tidekræfter. Ringmaterialet kan også tænkes at være skabt ved kollisioner mellem måner og meteorider.

Ringene består af is-, sten- og metal-partikler af størrelser varierende fra få mikrometer til flere meter. De mindste partikler løftes til tider ud af ringplanet af Saturns stærke magnetfelt, og de ses da som »eger« specielt i B-ringen. Den tynde F-ring voldte i lang tid forskerne hovedbrud, idet den til tider fremstod »ekset«, altså som en cirkelbue med buler på. Nu ved man, at det skyldes tyngdemæssige påvirkninger fra de to nærliggende måner Pandora og Prometheus. Disse måner kaldes for hyrdemåner, idet deres tyngdefelter medvirker til at holde det mellemliggende ringmateriale sammen.

Ringenes alder kender man ikke med sikkerhed. Nogle beregninger tyder på, at ringene kan være lige så gamle som Solsystemet selv, $4,5 \cdot 10^9$ år. Dette gælder specielt de ringe, hvis dynamik er styret af hyrdemåner, og teorien støttes yderligere af, at materialet i A- og B-ringene tilsyneladende har en lidt anden sammensætning end materialet i Cassinigabet og C-ringen. På grund af ringenes dynamik beregnet over millioner af år, hælder de fleste forskere imidlertid til en antagelse om, at ringene er langt yngre - helt ned til ca. 5 millioner år.

Uranus. Den tredjestørste planet i Solsystemet opdaget i 1781 af William Herschel. Uranus er en gasplanet med en tæthed på kun $1,30 \text{ g/cm}^3$ og uden fast overflade. Temperaturen ved toppen af skydækket (ved 1 atm.) er -197°C . Planeten har en lille kerne af metal og silikater, mens den omgivende kappe består af vand (H_2O), ammoniak (NH_3), metan (CH_4), helium (He) og hydrogen (H eller H_2). Helium/hydrogen-forholdet i Uranus' atmosfære er meget lig forholdet i Solen. Man regner derfor ikke med, at Uranus har metallisk hydrogen i sit indre, idet tilstedeværelsen af metallisk hydrogen ville ændre helium/hydrogen-forholdet. Uranus' blå-grønne farve skyldes atmosfærisk metan, der absorberer rødt lys og reflekterer blå. Med Voyager 2's kameraer sås en ganske lille sky i atmosfæren, som bevægede sig mod vest med mellem 100 og 600 km/t. Uranus' rotationsakse hælder $97,86^\circ$ mod ekliptika, hvilket betyder, at dens rotationsakse nærmest ligger helt ned i ekliptika, og at planeten faktisk har retrograd rotation. Dette skyldes formodentlig en kollision med en anden planet tidligt i Solsystemets historie. Uranus' magnetfelt hælder 60° i forhold til rotationsaksen, hvilket også er helt usædvanligt.

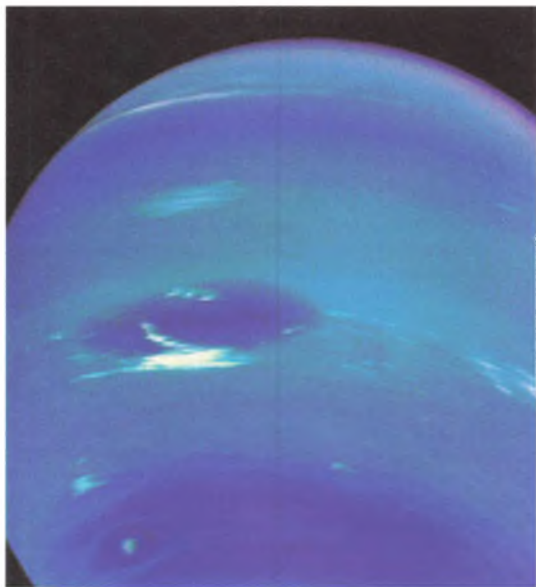
Uranus har 21 kendte måner, hvoraf de sidste 3 er opdaget i 1999. Den mest spektakulære er Miranda med helt usædvanlige overfladestrukturer. De største af månerne, Miranda, Ariel, Umbriel, Titania og Oberon, er ismåner, der må være dannet samtidig med Uranus, mens flere af de andre måner, Cordelia, Ophelia, Bianca, Cressida, Desdemona, Juliet, Portia, Roslind, Belinda og Puck formodentlig er indfangede asteroider eller Kuiperbælte-objekter (kometer).

Uranus har 11 ringe i sit ækvatorplan. De 9 ringe er meget smalle, fra 1 til 12 km, mens den yderste er lidt bredere (20-100 km), og den inderste, 1986U2R, er 2500 km bred og meget diffus. Ringene befinder sig fra 38.000 til 51.140 km's afstand fra Uranus' centrum. Ringene ligger alle inden for Roche-grænsen, og består formodentlig af indfangede og opbrudte asteroider.

Neptun. Den næstyderste af de kendte planeter i Solsystemet. Det er samtidig den fjerde og yderste af de fire store gasplaneter. Voyager 2 sendte i 1989 billeder

tilbage til Jorden der viste en blå planet med et aktivt skydække opdelt i bånd meget lig Jupiters zonal mønstre. På Neptun fandt man en plet svarende til Den Store Røde Plet på Jupiter, her døbt Den Store Mørke Plet. Den befinder sig på ca. 22° sydlig bredde. På ca. 55° sydlig bredde findes endnu en plet: Den Lille Mørke Plet. I modsætning til Jupiter er Den Lille Mørke Plet et lavtryksområde, hvor man altså ser ned i planetens overflade. Mellem de to pletter observerede man »Scooteren«, en lille hvid sky, der bevæger sig rundt ved ca. 42° sydlig bredde. Under Voyager 2's besøg skiftede Scooteren form fra trekantet til cirkulær. Flere andre steder observerede man højtliggende hvide skyer, formodentlig bestående af metankrystaller. Den udtalte blå farve overalt i Neptuns atmosfære skyldes formodentlig, at atmosfæren indeholder små mængder methan, der absorberer rødt lys. Atmosfæren vigtigste bestanddele er brint og helium. Rotationstiden for atmosfæren er 16-18 timer, og vindhastighederne når op på ca. 2200 km/t i forhold til den underliggende planet.

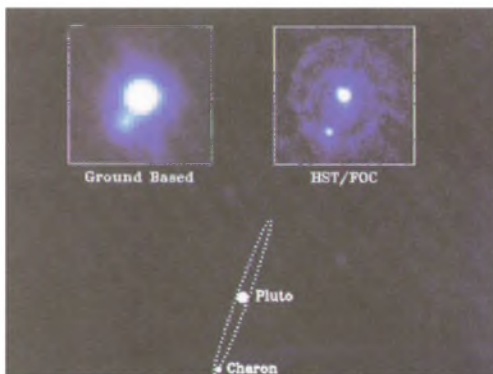
Trykket i Neptuns indre når op på lidt under en million bar og en temperatur på lidt over 1000 K, hvilket ikke er tilstrækkeligt til, at der kan dannes metallisk brint, som i Jupiters og Saturns indre. Man regner med, at Neptuns indre består af flydende molekylært brint iblandet små mængder helium. Neptun har fire ringe og 8 måner. De 6 inderste måner blev opdaget af Voyager 2, den største af disse er 200 km i radius. Neptuns største måne Triton med en radius på 1350 km er



Neptuns atmosfærer. Den store sorte plet er formentlig et lignende vejrphænomen som Jupiters store røde plet.

Image credit: NASA

meget interessant med sine vidt forskellige terræntyper og aktive vulkaner. Den anden tidligere observerede måne hedder Nereid. Nereid er den yderste af Neptuns måner og blev opdaget i 1949. Banen om Neptun er stærkt elliptisk ($e=0,75$) og afstanden til Neptun varierer fra 1.345.500 km til 9.688.500 km. Nereids bane hælder 29° . Der blev desværre kun taget et relativt ringe billede af Nereid fra Voyager 2, men det tillod dog at bestemme Nereids radius til ca. 170 km. Neptun har et magnetfelt og en aktiv magnetosfære.



Pluto og dens måne Charon. Billede til venstre viser en observation med et teleskop fra Jorden. Billede til højre er optaget med Hubble Rumteleskopet. Forneden er vist Charons tætte bane omkring Pluto.

Image credit: NASA

Pluto. Indtil for få år siden den yderste planet i Solsystemet med en radius på kun 1150 km. Plutos middelfastand til Solen er 39,5294 AU, men banen er stærkt elliptisk ($e = 0,25$), så afstanden varierer fra 30 AU til 50 AU. Pluto er for tiden tættere ved Solen end Neptun, perihelion blev passeret i 1989. Pluto når aphelion i 2113, idet et omløb varer 248,54 år. Banen hælder mere mod ekliptika end for nogen anden af planeter ($17,2^\circ$). Disse facts har givet årsag til en teori om, at Pluto i virkeligheden er en indfanget måne, asteroide eller måske mest sandsynligt et Kuiperbælteobjekt. Selvom Plutos og Neptuns baner krydser hinanden hvert 124-ende år, er der ingen fare for, at de to planeter støder sammen, fordi de befinder sig i en låst resonans med hinanden, der altid holder de to planeter langt fra hinanden.

Pluto har en måne, Charon, der blev opdaget af J. Christy i 1978. Charon befinder sig kun 19.640 km fra Pluto og har en radius på 595 km, så der er nærmest tale om en dobbeltplanet. Charons omløbstid på 6,3872 dage svarer nøje til Plutos rotationstid om sin egen akse. Charons overflade ser ud til at være lidt mørkere end Plutos.

Pluto er den eneste planet, som man endnu ikke har været tæt på med en rummission. Man har derfor ingen gode billeder af Plutos eller Charons overflader, men man har mange kikkertobservationer fra Jorden. Der er observeret methan

i Plutos atmosfære, men ikke i Charons, hvilket kan skyldes, at Charons mindre tyngdekraft ikke kan holde på metanen. Man regner med, at temperaturen på Plutos overflade er mellem 53 K og 61 K. Atmosfæretrykket er 1/100.000-del af Jordens. Plutos middelvægtfylde er ca. 2 g/cm^3 , hvilket betyder, at planeten må indeholde betydelige mængder silikater foruden is, formodnetlig vand-is og metan-is.

Planeterne's positioner år 2006

Kl. 1	Merkur		Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Elong. ¹⁾		Elong. ¹⁾		rekt.	dekl. ²⁾	rekt.	dekl. ²⁾	rekt.	dekl. ²⁾
Jan. 1	15°	V	20°	Ø	2 ^h 33 ^m	16° 37'	14 ^h 45 ^m	-14° 47'	8 ^h 50 ^m	18° 22'
- 11	10	-	7	-	2 44	17 37	14 51	-15 13	8 47	18 35
- 21	4	-	13	V	2 58	18 43	14 56	-15 35	8 44	18 48
- 31	4	Ø	26	-	3 15	19 53	15 0	-15 52	8 41	19 2
Feb. 10	11	-	35	-	3 34	21 2	15 4	-16 4	8 38	19 15
- 20	17	-	41	-	3 54	22 8	15 6	-16 11	8 35	19 27
Mar. 2	16	-	44	-	4 16	23 6	15 7	-16 14	8 32	19 37
- 12	4	V	46	-	4 39	23 55	15 7	-16 11	8 30	19 45
- 22	17	-	46	-	5 3	24 32	15 5	-16 3	8 28	19 50
Apr. 1	26	-	46	-	5 27	24 56	15 3	-15 51	8 28	19 53
- 11	28	-	46	-	5 52	25 6	14 59	-15 35	8 28	19 53
- 21	25	-	45	-	6 18	25 0	14 55	-15 15	8 28	19 50
Maj 1	19	-	43	-	6 43	24 39	14 50	-14 54	8 30	19 45
- 11	9	-	42	-	7 9	24 1	14 45	-14 32	8 32	19 38
- 21	3	Ø	40	-	7 35	23 9	14 40	-14 11	8 35	19 28
- 31	14	-	38	-	8 0	22 1	14 35	-13 53	8 38	19 16
Juni 10	22	-	36	-	8 26	20 38	14 32	-13 38	8 42	19 1
- 20	25	-	33	-	8 51	19 3	14 29	-13 29	8 46	18 45
- 30	22	-	31	-	9 15	17 15	14 28	-13 25	8 51	18 28
Juli 10	13	-	29	-	9 39	15 16	14 28	-13 27	8 56	18 9
- 20	6	V	26	-	10 3	13 8	14 29	-13 34	9 1	17 49
- 30	16	-	24	-	10 27	10 51	14 31	-13 47	9 6	17 28
Aug. 9	19	-	21	-	10 51	8 26	14 34	-14 4	9 11	17 6
- 19	13	-	18	-	11 14	5 56	14 38	-14 26	9 16	16 44
- 29	4	-	16	-	11 37	3 22	14 43	-14 52	9 21	16 22
Sep. 8	6	Ø	13	-	12 1	0 45	14 49	-15 20	9 26	16 0
- 18	14	-	10	-	12 24	- 1 54	14 56	-15 51	9 31	15 40
- 28	19	-	8	-	12 48	- 4 32	15 3	-16 23	9 35	15 20
Okt. 8	23	-	5	-	13 13	- 7 9	15 11	-16 56	9 39	15 2
- 18	25	-	3	-	13 38	- 9 42	15 19	-17 30	9 42	14 47
- 28	21	-	1	Ø	14 3	-12 9	15 27	-18 3	9 45	14 33
Nov. 7	4	-	3	-	14 30	-14 29	15 36	-18 35	9 48	14 23
- 17	15	V	5	-	14 57	-16 39	15 45	-19 6	9 50	14 16
- 27	20	-	8	-	15 25	-18 36	15 55	-19 35	9 51	14 13
Dec. 7	17	-	10	-	15 54	-20 18	16 4	-20 2	9 51	14 13
- 17	12	-	12	-	16 23	-21 44	16 13	-20 27	9 51	14 17
- 27	7	-	15	-	16 54	-22 49	16 22	-20 49	9 49	14 25

- 1) Elongationen er planetens vinkelafstand fra Solen. Ved vestlige elongationer (V) ses planeten som regel som morgenstjerne, ved østlige elongationer (Ø) som aftenstjerne.
- 2) Rektascension og deklination. Ved at indtegne positionerne på et stjernekort kan planeternes gang over himlen følges i store træk.

Planetsystemet I

	Solens rotationstid ved ækvator = 25,4 døgn					
	Middelafstand fra Solen i AE*)	Siderisk omløbstid	Banens ekscentricitet	Baneplanens vinkel med ekliptikas plan	Rotationstid ved ækvator	Rotationsaksens vinkel m. normalen til baneplanen
☿ Merkur	0,387	87 ^d 97	0,206	7°00	58 ^d 646	0°0
♀ Venus	0,723	224,70	0,007	3,39	243,019r	177,4
♁ Jorden	1,000	365,26	0,017	0,00	0,9973	23,4
♂ Mars	1,524	686,93	0,093	1,85	1,026	25,2
♃ Jupiter	5,203	11 ^{år} 86	0,048	1,30	0,414	3,1
♄ Saturn	9,555	29,42	0,056	2,49	0,444	25,1
♅ Uranus	19,218	83,75	0,046	0,77	0,718r	97,9
♆ Neptun	30,110	163,72	0,009	1,77	0,671	28,3
♇ Pl. Pluto	39,545	248,02	0,249	17,14	6,387r	122,5

*) AE = astronomisk enhed = Jordens middelfastand fra Solen = 149,6 mill. km.

**) r betyder, at rotationen forløber retrograd

Planetsystemet II

	Solens diameter ved ækvator = 1 391 400 km Solens masse = 332 946 jordmasser					
	Diameter ved ækvator i km	Fladtryktheden*)	Masse ($\delta = 1$)	Middeltæthed i g/cm ³	Tyngdeacceleration v. overfladen ($\delta = 1$)	Antal navngivne måner (2005)
☿ Merkur	4 879	0	0,055	5,43	0,38	0
♀ Venus	12 104	0	0,815	5,24	0,91	0
♁ Jorden	12 756	1:298	1,000	5,52	1,00	1
♂ Mars	6 794	1:154	0,107	3,94	0,38	2
♃ Jupiter	142 984	1:15	317,83	1,33	2,53	48
♄ Saturn	120 536	1:10	95,159	0,70	1,07	34
♅ Uranus	51 118	1:44	14,500	1,30	0,90	21
♆ Neptun	49 528	1:59	17,204	1,76	1,14	8
♇ Pl. Pluto	2 302	0	0,0025	1,1	0,08	1

*) Fladtryktheden findes som $\frac{\text{ækvatordiameter} - \text{poldiameter}}{\text{ækvatordiameter}}$

Planeterne måner

For Jupiter, Saturn og Uranus er kun nogle måner optaget i listen

Navn	Omløbstid	Middelfstand fra planeten	Diameter	Op- daget
	døgn	km	km	
(Jorden) Månen	27,32166	384 400	3476	
(Mars) I Phobos	0,31891	9 378	23~	1877
II Deimos	1,26244	23 459	13~	1877
(Jupiter) I Io	1,76914	422 000	3630	1610
II Europa	3,55118	671 000	3138	1610
III Ganymede	7,15455	1 070 000	5262	1610
IV Callisto	16,68902	1 883 000	4800	1610
V Amalthea	0,49818	181 000	200~	1892
VI Himalia	250,5662	11 480 000	186	1904
VII Elara	259,6528	11 737 000	76	1905
VIII Pasiphae	735 r	23 500 000	50	1908
IX Sinope	758 r	23 700 000	36	1914
X Lysithea	259,22	11 720 000	36	1938
XI Carme	692 r	22 600 000	40	1938
XII Ananke	631 r	21 200 000	30	1951
XIII Leda	238,72	11 094 000	16	1974
XIV Thebe	0,6745	222 000	100~	1979
XV Adrastea	0,29826	129 000	20~	1979
XVI Metis	0,29478	128 000	40	1979
(Saturn) I Mimas	0,94242	185 520	392	1789
II Enceladus	1,37022	238 020	500	1789
III Tethys	1,88780	294 660	1060	1684
IV Dione	2,73691	377 400	1120	1684
V Rhea	4,51750	527 040	1530	1672
VI Titan	15,94542	1 221 830	5150	1655
VII Hyperion	21,27661	1 481 100	310~	1848
VIII Iapetus	79,33018	3 561 300	1460	1671
IX Phoebe	550,48 r	12 952 000	220	1898
X Janus	0,6945	151 472	195~	1980
XI Epimetheus	0,6942	151 422	120~	1980
XII Helene	2,7369	377 400	33~	1980
XIII Telesto	1,8878	294 660	30~	1980
XIV Calypso	1,8878	294 660	27~	1980
XV Atlas	0,6019	137 670	30~	1980
XVI Prometheus	0,6130	139 353	110~	1980
XVII Pandora	0,6285	141 700	90~	1980
XVIII Pan	0,5750	133 583	20	1990
(Uranus) I Ariel	2,52038	191 020	1158	1851
II Umbriel	4,14418	266 300	1172	1851
III Titania	8,70587	435 910	1580	1787
IV Oberon	13,46324	583 520	1524	1787
V Miranda	1,41348	129 390	480	1948
VI Cordelia	0,33503	49 770	26	1986

(fortsættes næste side)

Navn	Omløbstid	Middelfstand fra planeten	Diameter	Op- daget
	døgn	km	km	
VII Ophelia	0,37641	53 790	30	1986
VIII Bianca	0,43458	59 170	42	1986
IX Cressida	0,46357	61 780	62	1986
X Desdemona	0,47365	62 680	54	1986
XI Juliet	0,49307	64 350	84	1986
XII Portia	0,51320	66 090	108	1986
XIII Rosalind	0,55846	69 940	54	1986
XIV Belinda	0,62353	75 260	66	1986
XV Puck	0,76183	86 010	154	1986
(Neptun) I Triton	5,87685 r	354 760	2706	1846
II Nereid	360,13619	5 513 400	340	1949
III Naiad	0,29440	48 230	58	1989
IV Thalassa	0,31149	50 070	80	1989
V Despina	0,33466	52 530	148	1989
VI Galatea	0,42875	61 950	158	1989
VII Larissa	0,55465	73 550	195~	1989
VIII Proteus	1,12232	117 650	420~	1989
(Pluto) I Charon	6,38725	19 600	1186	1978

r rotationen foreløber retrograd

~ middelf diameter



Asteroiden Ida fotograferet af rumsonden Galileo.
Yderst til højre ses en måne til Ida.

Asteroiderne

Foruden de nævnte 9 større planeter findes en mængde småplaneter (planetoider eller asteroider), der også kredser omkring Solen. De fleste vandrer i baner mellem mars- og jupiterbanen. Ingen af dem kan ses med det blotte øje. Diameteren for den største asteroide, Ceres, er ca. 1000 km. En del har diametre på nogle hundrede km, men de allerfleste kan, efter deres svage lys at dømme, kun være få km i diameter.

Stjerneskud

Stjerneskud viser sig hver klar nat, men på enkelte tider af året ses flere end sædvanligt, således hvert år omkring 3.-4. januar (Kvadrantiderne), 22. april (Lyriderne), 12. august (Perseiderne), 21. oktober (Orioniderne) og 13. december (Geminiderne), medens der med års mellemrum kan forekomme mange stjerneskud omkring 9. oktober (Oktober-Draconiderne) og 17. november (Leoniderne).

Kometerne

Kometerne bevæger sig omkring Solen i meget langstrakte baner og tilbringer det meste af tiden i så stor afstand fra Solen, at de ikke kan observeres med selv store kikkerter. Kun når de ved deres perihelipassage kommer ind i nærheden af Solen, bliver de så lysstærke, at de kan iagttages. Hvert år opdages et antal kometer, hvoraf de fleste forbliver så lyssvage, at de ikke kan ses med det blotte øje. Når en komet er blevet opdaget og iagttaget i nogen tid, kan man beregne dens bane. Det viser sig for de fleste kometers vedkommende, at deres baner er så langstrakte, at de ikke kan ventes tilbage i en overskuelig fremtid. For enkelte kometer giver beregningerne dog en mindre langstrakt bane, således at de kan ventes tilbage om så og så mange år. De kaldes da periodiske. Da beregningerne imidlertid ikke altid fører til genopdagelse, bliver ingen komet optaget i listen over periodiske kometer, uden at den faktisk har vist sig igen. I år 2006 forventes 20 periodiske kometer ud fra beregninger at foretage en perihelipassage. De 20 kometer og tidspunktet for deres perihelipassage er:

132P/Helin-Roman-Alu..	14. feb.	84P/Giclas.....	7. aug.
98P/Takamizawa	6. mar.	52P/Harrington-Abell	14. aug.
83P/Russell.....	7. apr.	114P/Wiseman-Skiff.....	13. sep.
P/1999 RO ₂₈ (LONEOS).	11. maj	80P/Peters-Hartley	25. sep.
71P/Clark	7. juni	112P/Urata-Nijijima.....	29. okt.
102P/Shoemaker	7. juni	P/2000 C1 (Hergenrother)	6. nov.
73P/Schwassmann- Wachmann.....	7. juni	4P/Faye	15. nov.
41P/Tuttle-Giacobini- Kresák	11. juni	P/1991 V1 (Shoemaker-Levy)	17. nov.
45P/Honda-Mrkos- Pajdušáková	29. juni	76P/West-Kohoutek- Ikemura	19. nov.
P/1999 X1 (Hug-Bell)	6. juli	P/2000 R 2 (LINEAR) ...	15. dec.

Astronomiske fænomener år 2006 for København

Januar

- 1 10¹⁹ Venus 8° N f. Månen
- 1 Månen nærmest Jorden
- 4 1⁵³ Uranus 3° N f. Månen
- 4 Jorden nærmest Solen
- 8 21¹⁷ Mars 0,8° S f. Månen
- 14 Venus i nedre konj. med Solen
- 15 13⁵⁹ Saturn 3° S f. Månen
- 17 Månen fjernest Jorden
- 21 22⁰⁷ Månen 0,13° N f. Spica
- 23 20⁵⁰ Jupiter 5° N f. Månen
- 25 14⁰⁵ Månen 0,8° S f. Antares
- 26 Merkur i øvre konj. med Solen
- 27 Saturn i opp. til Solen
- 28 02⁵ Venus 13° N f. Månen
- 30 Månen nærmest Jorden
- 31 12³¹ Uranus 3° N f. Månen

Februar

- 5 23⁵⁹ Mars 1,6° S f. Månen
- 6 Neptun i konj. med Solen
- 11 15¹⁶ Saturn 3° S f. Månen
- 14 Månen fjernest Jorden
- 17 Venus lyser klarest
- 18 6⁴⁴ Månen 0,6° S f. Spica
- 20 9⁵⁵ Jupiter 6° N. f. Månen
- 21 21⁰⁶ Månen 0,6° S. f. Antares
- 24 Merkur st. østl. elong.
- 24 22¹⁵ Venus 11° N. f. Månen
- 27 Månen nærmest Jorden

Marts

- 1 Uranus i konj. med Solen
- 6 7²² Mars 2° S f. Månen
- 10 17⁵⁴ Saturn 4° S f. Månen
- 11 03⁴ Mars 7° N f. Aldebaran
- 12 Merkur i nedre konj. med Solen
- 13 Månen fjernest Jorden
- 14 Penumbralet måneformørkelse
- 17 12¹⁷ Månen 0,4° S f. Spica
- 19 14⁵² Jupiter 6° N. f. Månen
- 20 Jævnøgn
- 21 3⁵⁶ Månen 1,2° S f. Antares
- 25 Venus st. vestl. elong.
- 25 23³⁶ Venus 7° N f. Månen
- 27 18¹⁵ Uranus 1,9° N f. Månen
- 27 19³⁰ Merkur 3° N f. Månen
- 28 Månen nærmest Jorden

29 Solformørkelse

April

- 3 22³⁴ Mars 3° S f. Månen
- 7 21⁹ Saturn 3° S f. Månen
- 8 Merkur st. vestl. elong.
- 9 Månen fjernest Jorden
- 13 17⁵⁹ Månen 0,14° S f. Spica
- 15 16⁴⁵ Jupiter 6° N f. Månen
- 17 11³⁵ Månen 0,9° S f. Antares
- 18 14³¹ Venus 0,3° N f. Uranus
- 24 31⁷ Uranus 2° N f. Månen
- 24 16⁴⁴ Venus 1,0° N f. Månen
- 25 Månen nærmest Jorden
- 26 9²⁷ Merkur 3° S f. Månen

Maj

- 2 11³⁹ Mars 3° S f. Månen
- 4 9⁴⁷ Saturn 3° S f. Månen
- 4 Jupiter i opp. til Solen
- 5 De lyse nætter begynder
- 7 Månen fjernest Jorden
- 11 3²⁵ Månen 0,7° S f. Spica
- 12 17⁰¹ Jupiter 5° N f. Månen
- 14 16²⁵ Månen 0,6° S f. Antares
- 18 Merkur i øvre konj. med Solen
- 21 13²⁸ Uranus 1,5° N f. Månen
- 22 Månen nærmest Jorden
- 24 10²⁵ Venus 4° S f. Månen
- 25 6⁵⁸ Mars 5° S f. Pollux
- 31 5¹³ Mars 2° S f. Månen
- 31 23⁵³ Saturn 3° S f. Månen

Juni

- 4 Månen fjernest Jorden
- 7 10²⁹ Månen 0,4° S f. Spica
- 8 20¹⁶ Jupiter 5° N f. Månen
- 11 1⁰⁶ Månen 1,1° S f. Antares
- 16 Månen nærmest Jorden
- 16 Pluto i opp. til Solen
- 17 18³³ Uranus 1,4° N f. Månen
- 18 0⁵⁰ Mars 0,6° N f. Saturn
- 20 Merkur st. østl. elong.
- 21 0⁴⁰ Merkur 6° S f. Pollux
- 21 Solhverv
- 23 4¹⁶ Venus 5° S f. Månen
- 27 16¹⁷ Merkur 5° S f. Månen
- 28 11⁴⁵ Saturn 3° S f. Månen

Fra 26. marts kl. 2 til 29. oktober kl. 3 er tidspunkterne efter sommertid.

- 29 02⁵ Mars 1,4° S f. Månen
30 43⁶ Månen 1,3° N f. Regulus

Juli

- 1 Månen fjernest Jorden
2 21³² Venus 4° N f. Aldebaran
4 Jorden fjernest Solen
4 19¹⁰ Månen 0,9° S f. Spica
6 43³ Jupiter 6° N f. Månen
8 10¹⁵ Månen 0,7° S f. Antares
13 Månen nærmest Jorden
14 23³² Uranus 1,5° N f. Månen
18 Merkur i nedre konj. med Solen
22 82⁰ Mars 0,7° N f. Regulus
23 Hundedagene begynder
23 11⁹ Venus 5° S f. Månen
27 20⁰⁹ Mars 0,13° S f. Månen
29 Månen fjernest Jorden

August

- 1 35² Månen 1,1° S f. Spica
2 12⁵⁶ Jupiter 5° N f. Månen
4 19⁰⁹ Månen 1,3° S f. Antares
6 14³² Merkur 9° S f. Pollux
7 Merkur st. vestl. elong.
7 De lyse nætter ender
7 Saturn i konj. med Solen
8 93⁶ Venus 7° S f. Pollux
10 Månen nærmest Jorden
11 Neptun i opp. til Solen
11 85⁷ Uranus 0,8° N f. Månen
22 41¹ Venus 2° S f. Månen
23 Hundedagene ender
25 16¹⁵ Mars 1,4° N f. Månen
26 Månen fjernest Jorden
27 10⁹ Venus 0,07° N f. Saturn
28 85⁹ Månen 1,0° S f. Spica
30 33⁹ Jupiter 6° N f. Månen

September

- 1 42⁸ Månen 1,1° S f. Antares
1 Merkur i øvre konj. med Solen
5 Uranus i opp. til Solen
7 16⁰² Uranus 1,4° N f. Månen
7 Måneformørkelse
8 Månen nærmest Jorden
19 33⁵ Saturn 1,8° S f. Månen
20 01⁶ Månen 1,2° N f. Regulus
22 Månen fjernest Jorden
23 Jævn døgn

- 24 44⁵ Merkur 2° N f. Månen
24 16⁴⁵ Månen 1,5° S f. Spica
26 18⁵¹ Jupiter 6° N f. Månen
27 16⁵⁹ Merkur 1,3° N f. Spica
28 92⁹ Månen 1,0° S f. Antares

Oktober

- 5 25³ Uranus 1,1° N f. Månen
6 Månen Nærmest Jorden
16 17²³ Saturn 1,0° S f. Månen
17 Merkur st. østl. elong.
19 Månen fjernest Jorden
23 Mars i konj. med Solen
24 83⁴ Merkur 1,9° N f. Månen
24 92¹ Jupiter 6° N f. Månen
25 16⁰⁹ Månen 1,4° S f. Antares
25 23⁵² Merkur 4° S f. Jupiter
27 Venus i øvre konj. med Solen
28 18¹⁹ Merkur 4° S f. Jupiter

November

- 1 90² Uranus 1,2° N f. Månen
4 Månen nærmest Jorden
8 Merkur i nedre konj. med Solen
13 11⁷ Saturn 1,1° S f. Månen
13 13⁵⁹ Månen 0,8° N f. Regulus
16 Månen fjernest Jorden
18 25⁸ Månen 1,0° S f. Spica
19 15⁰⁵ Merkur 7° N f. Månen
22 Jupiter i konj. med Solen
25 Merkur st. vestl. elong.
28 14⁵⁹ Uranus 1,3° N f. Månen

December

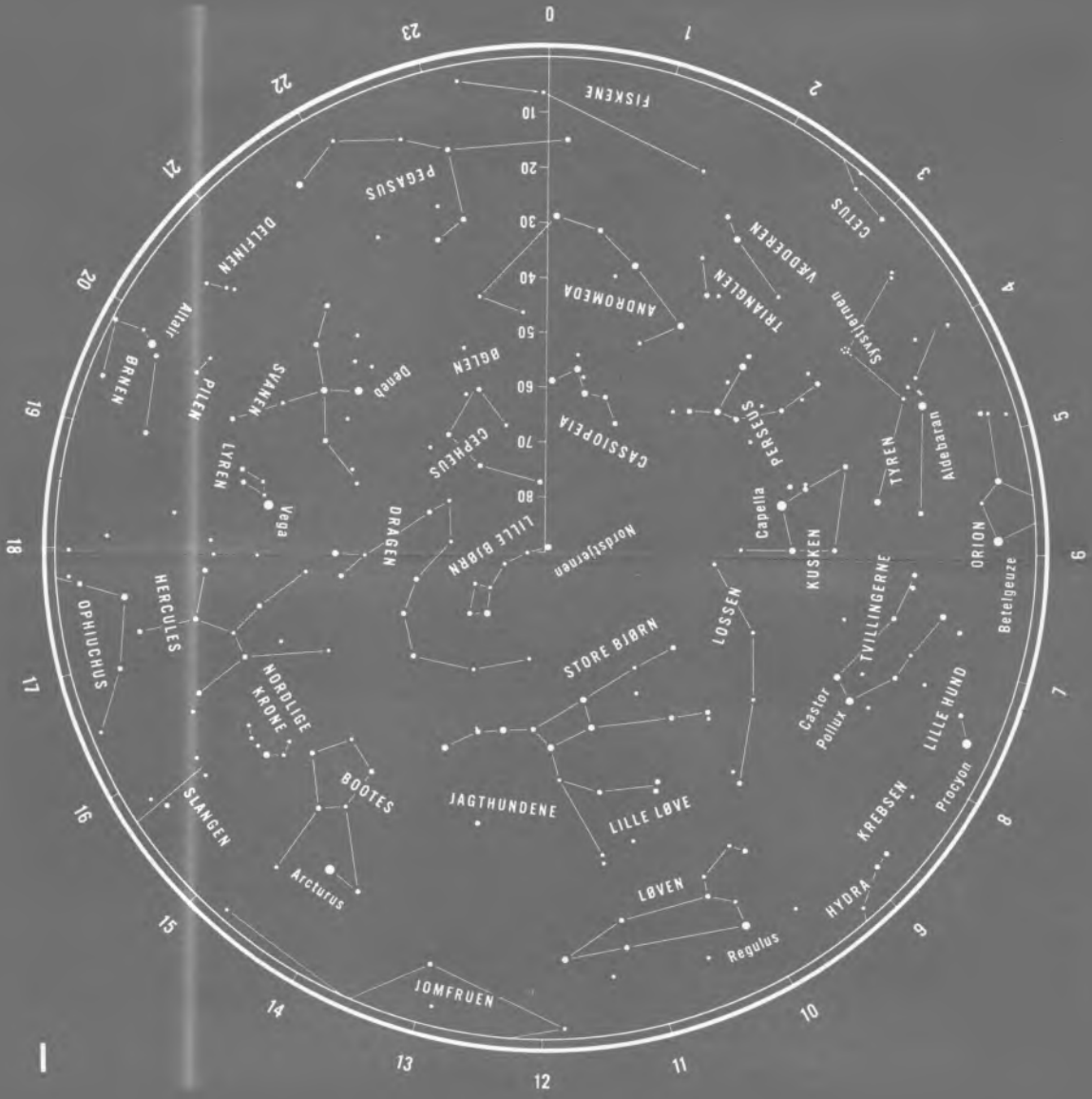
- 2 Månen nærmest Jorden
9 21¹⁸ Merkur 1,0° N f. Mars
10 12⁵⁶ Saturn 0,17° S f. Månen
10 17³² Merkur 0,13° N f. Jupiter
10 20²⁸ Månen 0,9° N f. Regulus
12 03⁴ Mars 0,8° S f. Jupiter
13 Månen fjernest Jorden
18 Pluto i konj. med Solen
18 22²² Jupiter 6° N f. Månen
19 35⁰ Mars 5° N f. Månen
19 35⁰ Månen 0,9° S f. Antares
19 40⁵ Mars 4° N f. Antares
22 Solhverv
25 23¹⁷ Uranus 0,4° N f. Månen
28 Månen nærmest Jorden

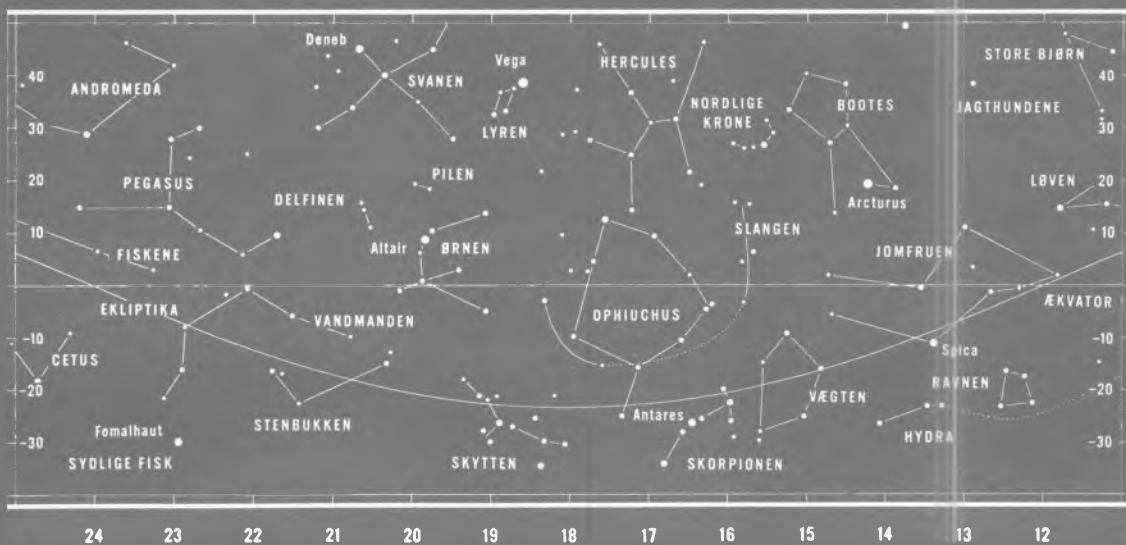
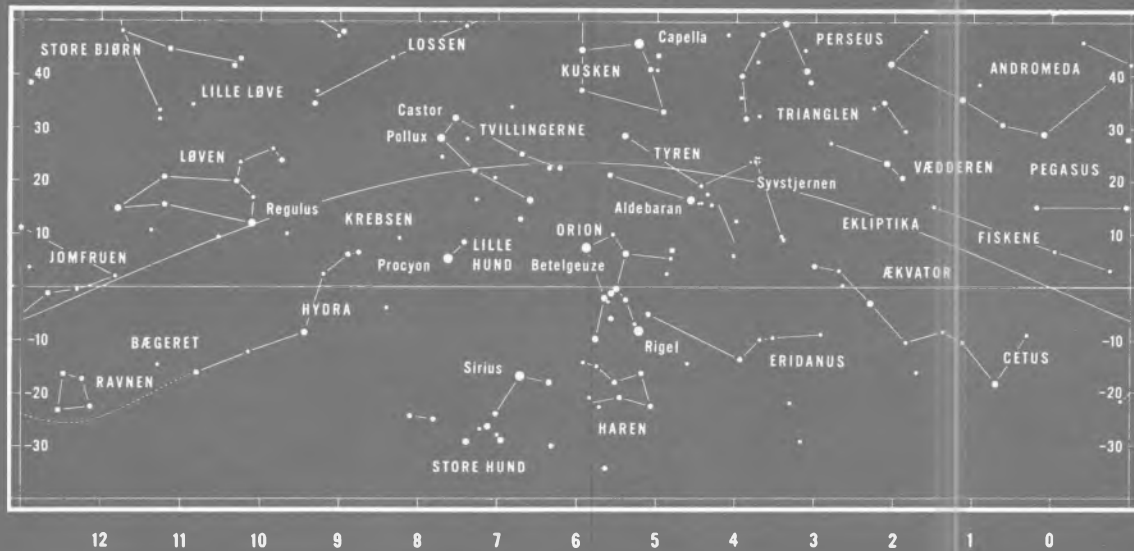
Fra 26. marts kl. 2 til 29. oktober kl. 3 er tidspunkterne efter sommertid.

Forkortelser anvendt i tabellen og i kalenderiet:

- Konj.: Ved *konjunktion* med Solen står planeten tæt ved Solen og kan ikke iagttages.
- Opp.: Ved *opposition* står planeten modsat Solen og ses imod syd ved midnat.
- st. vestl. elong.: Ved *størst vestlig elongation* er planeten længst vest for Solen og ses som regel som morgenstjerne.
- st. østl. elong.: Ved *størst østlig elongation* er planeten længst øst for Solen og ses som regel som aftenstjerne.

,





Om stjernekortenes anvendelse

Kortene skal tjene det formål at være til hjælp ved orienteringen på himlen, således at det altid er muligt at genfinde stjernebillederne, de klare stjerner og andre objekter. Ved betragtning af stjernehimlen får man det umiddelbare indtryk, at himmellegemerne fordeler sig ud over en vældig kugleflade, himmelkuglen, med iagttageren selv i midtpunktet. Den del af himmelkuglen, der i årets løb bliver synlig over horisonten i Danmark, er afbildet på stjernekortene. På et plant kort er det imidlertid kun muligt at give et tilnærmet billede af stjernemes indbyrdes beliggenhed på kuglefladen, og for at stjernebilledernes udseende og deres indbyrdes beliggenhed kan fremtræde nogenlunde troværdigt, er den pågældende del af himlen her gengivet på tre forskellige kort.

På det store kort, kort I, falder himmelkuglens nordlige pol i centrum, og kortet begrænses af ækvator. Poler og ækvator svarer her ganske til jordklodens poler og ækvator. Himmelkuglens poler står lodret over Jordens poler og himlens ækvator over Jordens. Ligesom ethvert punkt på Jorden tillægges en geografisk længde og bredde, således tillægger vi ethvert punkt på himmelkuglen to størrelser til fastlæggelse af positionen. **Rektascensionen** svarer til den geografiske længde på Jorden; den regnes langs ækvator fra det punkt, hvor Solen ved forårsjævndøgn passerer ækvator, positiv imod stjernehimlens daglige bevægelse fra 0^h til 24^h . **Deklinationen** svarer til den geografiske bredde, og den regnes som denne fra ækvator positiv mod nord og negativ mod syd fra 0° til $\pm 90^\circ$. På kortet er rektascensionen angivet med store tal langs ækvator, medens deklinationen er angivet langs en linie fra ækvators nulpunkt til polen.

Zonen omkring ækvator er af praktiske grunde delt mellem kortene II og III. De dækker området fra deklinationen ca. -35° , som er grænsen for, hvad der er synligt i Danmark, op til $+50^\circ$. Ækvator er her tegnet som en kraftig, ret linie tværs gennem kortene, og endvidere er Solens årlige bane mellem stjernerne, ekliptika, indtegnet. Angivelse af rektascension (store tal) og deklination findes langs kanten af kortene.

Ved anvendelse af kortene må man især tage to forhold i betragtning. For det første stjernehimlens daglige samt årlige omdrejning og for det andet, at man ikke på noget tidspunkt kan se hele den del af himlen, som er gengivet på kortene. Tabel 3, s. 70, skal tjene til at lette brugen af de tre stjernekort. Her er der for en række dage året igennem, for hver time efter mørkets frembrud, noteret et tal. Dette tal angiver den rektascension, som på pågældende dato og klokkeslæt kulminerer i syd. Når man derfor på det runde kort eller på et af de rektangulære kort opsøger den rektascension, man har aflæst i tabellen, så ser man herover de stjernebilleder, som i det givne øjeblik står på den sydlige himmel. For eksempel finder vi ved anvendelse af tabellen den 8. februar kl. 20 tallet 5, altså rektascensionen 5^h . Kortene II og I viser da, at man lige over horisonten i syd finder Haren, lidt højere Orion og næsten lodret over stedet Kusken. Bevæger man nu på det samme tidspunkt blikket længere mod øst, ser man områder på himlen, der har større rektascension. Rektascensionen til østretningen, der findes ved at lægge 6^h til det fundne tal, bliver i dette tilfælde $5^h+6^h=11^h$. Men her må man huske på, at det der i denne retning er under ækvator, skjules under horisonten. Løven er således netop i færd med at stå op i øst. På tilsvarende måde finder man rektascensionen til vestretningen ved at trække 6^h fra det fundne tal. Da kommer vi imidlertid uden for området 0^h til 23^h , i hvilket tilfælde vi blot skal korrigere med 24^h . Vi finder altså her $5^h-6^h+24^h=23^h$, og ser, at Pegasus om lidt går ned

Tabel 3

Dag	Klokkeslæt (ingen sommertid)														
	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7
8. januar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
24. –	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8. februar		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
23. –		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
10. marts			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
25. –			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
10. april				9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
25. –				10	11	12	13	14	15	16	17	18			
10. maj					12	13	14	15	16	17	18				
25. –					13	14	15	16	17	18	19				
10. juni						15	16	17	18	19					
25. –						16	17	18	19	20					
10. juli						17	18	19	20	21					
25. –						17	18	19	20	21	22	23			
9. august						18	19	20	21	22	23	0			
25. –				18	19	20	21	22	23	0	1	2			
9. sept.				19	20	21	22	23	0	1	2	3	4		
24. –			19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5		
9. oktober		19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	
24. –		20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
9. nov.	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24. –	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. dec.	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24. –	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

i vest. Rektascensionen til nordretningen findes ved at lægge 12^h til det fundne tal 5^h . Men her skjules en stor del af kortenes stjernebilleder under horisonten. Af Hercules er kun den nordligste del oppe, og Vega står få grader over horisonten. For almindelig orientering på himlen er det tilstrækkeligt i Tabel 3 at anvende den dag, der er nærmest dags dato, og ligeledes at anvende nærmeste hele time. Der er ikke brugt sommertid i Tabel 3.

Klare stjerner

For de klareste stjerner, der er synlige i Danmark, er der i Tabel 4 angivet rektascension og deklination samt den dag, da stjernen kulminerer ved midnat. Endvidere er stjernens halve dagbue angivet, medmindre stjernen aldrig går ned; i så tilfælde betegnes den cirkumpolar. For hvert døgn der går, kulminerer alle stjerner omtrent 4^m (nøjagtigere $3^m 56^s$) tidligere, hvorfor kulminationstidspunktet

Tabel 4

	Rektasc.	Dekl.	Kulmination ved midnat	Halv dagbue
Nordstjernen.....	2 ^h 38 ^m	+89° 18'	3. nov.	cirkumpolar
Aldebaran.....	4 36,3	+16 31	2. dec.	7 ^h 48 ^m
Rigel.....	5 14,9	- 8 12	12. dec.	5 15
Capella.....	5 17,2	+46 0	12. dec.	cirkumpolar
Betelgeuze.....	5 55,5	+ 7 25	22. dec.	6 48
Sirius.....	6 45,4	-16 43	3. jan.	4 20
Castor.....	7 35,0	+31 53	16. jan.	10 35
Procyon.....	7 39,6	+ 5 13	17. jan.	6 35
Pollux.....	7 45,7	+28 1	19. jan.	9 32
Regulus.....	10 8,7	+11 56	24. feb.	7 17
Spica.....	13 25,5	-11 12	15. april	4 57
Arcturus.....	14 16,0	+19 9	28. april	8 7
Antares.....	16 29,8	-26 27	1. juni	2 59
Vega.....	18 37,2	+38 47	3. juli	cirkumpolar
Altair.....	19 51,1	+ 8 53	22. juli	6 57
Deneb.....	20 41,6	+45 18	3. aug.	cirkumpolar
Fomalhaut.....	22 58,0	-29 35	7. sep.	2 23

for en bestemt stjerne kan findes ved at tælle dagene mellem dags dato og den dag, da stjernen kulminerer ved midnat (normaltid). Kender man en stjernes kulminationstid, findes dens opgang og nedgang ved at trække den halve dagbue fra – henholdsvis lægge den til – kulminationstiden.

Søger vi således Rigels op- og nedgang den 16. november, er fremgangsmåden følgende. Den 12. december kulminerer Rigel ved midnat. 26 dage tidligere kulminerer den 26 x (3^m56^s) senere end midnat, altså kl. 1^h42^m. Da stjernens halve dagbue er 5^h15^m, finder den opgang, der hører til denne kulmination, sted kl. 20^h27^m den 15. november. Idet også op- og nedgangstidspunkterne rykker 4^m frem for hvert døgn, finder vi, at Rigel den 16. november står op kl. 20^h23^m. Den 16. november går Rigel ned kl. 6^h 57^m.

Dagens længde

Tabellen side 76-79 angiver hvorledes dagens længde varierer i løbet af året for forskellige breddegrader. Ved dagens længde forstås her tidsrummet mellem solcentrets op- og nedgang under hensyntagen til, at lysbrydningen ved horisonten hæver Solen 35 bue-minutter.

Ved anvendelse af tabellen benyttes den værdi for Solens deklination ved kulmination, som findes anført i kalenderet for den pågældende dag. Stedets bred-

degrad kan eventuelt findes i sammenstillingen af geografiske positioner side 80-83. Dagens længde for en given deklination og breddegrad kan da bestemmes tilnærmelsesvist af tabellen ved et skøn eller regnemæssigt, ved interpolation. En streg (-) i stedet for tal betyder, at Solen under de givne forhold enten slet ikke står op eller går ned.

Tidsrummet mellem op- og nedgang af **øvre solrand**, under hensyntagen til lysbrydningen ved horisonten, kan for høje breddegrader ligeledes bestemmes tilnærmelsesvis, idet man til den fundne værdi for dagens længde adderer et antal minutter som anført i de tre sidste kolonner på siderne 78-79.

Højvande år 2006

Højvands-konstanter til London Bridge for nogle vesteuropæiske havne

Stedet		Stedet		Stedet	
Ålborg	- 4' 55 ^m	Emden	- 2' 15 ^m	Nolsøfjord (Thorshavn).....	+ 2' 29 ^m
Århus	- 3 45	Esbjerg	+ 0 2	Ostende	- 1 45
Aberdeen	- 0 50	Exmouth	+ 3 43	Plymouth	+ 3 56
Antwerpen	+ 1 29	Falmouth	+ 3 19	Portland	+ 5 13
Beachy Head.....	- 3 4	Flamborough H..	+ 2 32	Portsmouth	- 2 38
Belfast	- 3 16	Frederikshavn....	+ 3 32	Reykjavik	+ 4 30
Blyth	+ 1 23	Glasgow H	- 0 31	La Rochelle	+ 1 38
Bordeaux	+ 4 54	Grådyb Barre	- 1 16	Rotterdam.....	+ 1 44
Borkum	- 3 51	Gravesend	- 0 55	Rouen	+ 0 26
Boulogne	- 3 1	Greenock	- 1 31	Scarborough	+ 2 15
Bremerhaven	- 1 31	Grimsby	+ 3 38	Schlüttsiel.....	- 0 53
Bremen.....	+ 1 5	Hallig Hooge.....	- 1 25	Shields N.....	+ 1 29
Brest	+ 2 6	Hals	- 6 17	Skagen.....	+ 2 56
Bridgewater.....	+ 5 4	Hamburg	+ 2 33	Southampton	- 3 47
Brighton	- 3 8	Hartlepool	+ 1 35	{	- 1 7
Bristol	+ 5 25	Harwich	- 2 32	St. Malo.....	+ 4 15
Brouwershaven ..	- 0 14	Havneby (Rømø)	- 0 17	Stornoway	+ 5 14
Brunsbüttel.....	- 0 43	Le Havre	- 5 5	Strommes	- 5 12
Burmtisland.....	+ 0 39	Helgoland.....	- 2 58	Sunderland	+ 1 30
Calais	- 2 41	Hellevoetsluis....	+ 0 16	Swansea Bay	+ 4 17
Cardiff.....	+ 5 15	Hirtshals	+ 2 22	Tees Bar	+ 1 51
Cherbourg	+ 6 8	Hull	+ 4 32	Terschelling W...	+ 6 21
Cork	+ 3 34	Hvide Sande.....	+ 0 14	Texel Bar.....	+ 4 13
Cowes W	{ - 4 3	Højer Sluse	+ 0 16	Thyborøn Havn..	+ 1 52
	{ - 3 3	Kingstown	- 2 47	Torsminde.....	+ 0 56
Cuxhaven	- 1 44	Leith	+ 0 32	Tynemouth Bar ..	+ 1 26
Darhmouth.....	+ 4 32	Lister Dyb.....	- 1 10	Vlissingen	- 1 12
Dublins Bar.....	- 2 46	Liverpool.....	- 2 48	Wick	- 2 49
Dundee.....	+ 0 46	Mandø, sydøstkyst	- 0 5	Wilhelmshaven...	- 1 38
Dungeness.....	- 3 42	Newcastle.....	+ 1 40	Yarmouth Red....	- 5 15
Dunkerque.....	- 2 0	Newport, Wales..	+ 5 24		
Elben, fyrsk, I....	- 2 39				

Eksempel på beregning af højvandsklokkeslæt

Når sommertid er gældende skal der lægges 1 time til.
Højvande for Esbjerg 2006 den 13. februar om morgenen:

Højvande ved London Bridge	2 ^h 3 ^m G.M.T.
Højvands konstant for Esbjerg	+ 0 2
Højvande i Esbjerg den 13. febr. fm..	2 ^h 5 ^m G.M.T.
Korrektion fra G.M.T. til mellemeuropæisk tid M.E.T	+ 1 0
Højvande i Esbjerg den 13. febr. fm..	3 ^h 5 ^m M.E.T.

Højvande ved London Bridge år 2006 (G.M.T.)

Dato	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Dato
1	2 ^h 15 ^m 14 40	3 ^h 34 ^m 16 4	2 ^h 32 ^m 15 2	3 ^h 29 ^m 15 59	3 ^h 48 ^m 16 11	4 ^h 57 ^m 17 6	1
2	3 1 15 28	4 16 16 48	3 13 15 44	4 9 16 37	4 30 16 48	5 40 17 45	2
3	3 46 16 17	4 58 17 33	3 54 16 25	4 49 17 15	5 12 17 25	6 26 18 30	3
4	4 32 17 5	5 40 18 18	4 33 17 6	5 30 17 52	5 58 18 6	7 18 19 26	4
5	5 18 17 55	6 24 19 6	5 13 17 45	6 17 18 36	6 51 18 59	8 17 20 34	5
6	6 4 18 47	7 15 20 1	5 54 18 27	7 15 19 34	7 55 20 11	9 20 21 41	6
7	6 55 19 44	8 18 21 6	6 42 19 15	8 29 20 53	9 9 21 33	10 21 22 41	7
8	7 54 20 47	9 37 22 27	7 43 20 16	10 4 22 36	10 29 22 51	11 14 23 32	8
9	9 1 21 55	11 8 23 43	9 1 21 39	11 24 23 44	11 29 23 45	12 0 —	9
10	10 17 23 4	12 17 —	10 45 23 17	12 15 —	12 13 —	0 18 12 45	10
11	11 30 —	0 40 13 9	11 57 —	0 30 12 56	0 26 12 49	1 3 13 27	11
12	0 6 12 30	1 25 13 51	0 17 12 48	1 8 13 30	1 1 13 23	1 47 14 10	12
13	0 57 13 21	2 3 14 27	1 2 13 27	1 40 14 0	1 35 13 56	2 32 14 52	13
14	1 42 14 4	2 37 15 0	1 39 14 2	2 9 14 29	2 9 14 30	3 17 15 35	14
15	2 20 14 43	3 9 15 31	2 12 14 33	2 38 14 58	2 45 15 6	4 3 16 18	15
16	2 55 15 19	3 39 16 1	2 42 15 2	3 9 15 29	3 24 15 42	4 51 17 3	16
17	3 29 15 54	4 8 16 31	3 9 15 30	3 42 16 1	4 6 16 22	5 41 17 51	17
18	4 1 16 27	4 36 17 1	3 38 15 59	4 17 16 36	4 52 17 6	6 34 18 44	18
19	4 33 17 1	5 6 17 32	4 7 16 29	4 57 17 14	5 43 17 56	7 34 19 44	19
20	5 5 17 34	5 36 18 6	4 38 17 0	5 43 17 59	6 42 18 56	8 40 20 52	20
21	5 36 18 9	6 12 18 47	5 12 17 35	6 42 19 0	7 51 20 7	9 49 22 4	21
22	6 9 18 48	7 1 19 44	5 51 18 15	7 58 20 22	9 7 21 24	10 56 23 14	22
23	6 49 19 35	8 18 21 7	6 43 19 11	9 26 21 51	10 21 22 39	11 57 —	23
24	7 43 20 39	9 53 22 35	8 1 20 36	10 48 23 10	11 27 23 42	0 15 12 50	24
25	9 4 21 54	11 23 23 57	9 37 22 12	11 54 —	12 22 —	1 9 13 37	25
26	10 24 23 6	12 34 —	11 9 23 36	0 11 12 48	0 36 13 10	1 57 14 19	26
27	11 39 —	0 58 13 30	12 18 —	1 0 13 34	1 23 13 54	2 40 14 58	27
28	0 15 12 46	1 48 14 18	0 37 13 11	1 45 14 15	2 7 14 34	3 22 15 36	28
29	1 14 13 42	— —	1 26 13 57	2 26 14 55	2 50 15 13	4 2 16 12	29
30	2 5 14 33	— —	2 9 14 39	3 6 15 33	3 33 15 51	4 40 16 47	30
31	2 51 15 19	— —	2 49 15 20	— —	4 15 16 29	— —	31

Højvande ved London Bridge 2006 (G.M.T.)

Dato	Juli	August	September	Oktober	November	December	Dato
1	5 ^h 18 ^m 17 22	5 ^h 55 ^m 18 0	6 ^h 27 ^m 18 45	6 ^h 45 ^m 19 28	9 ^h 9 ^m 22 9	9 ^h 57 ^m 22 49	1
2	5 56 17 59	6 31 18 37	7 17 19 48	7 57 20 59	10 32 23 19	11 5 23 49	2
3	6 36 18 42	7 14 19 24	8 28 21 18	9 33 22 33	11 36 — —	12 3 — —	3
4	7 23 19 30	8 9 20 33	9 57 22 49	11 2 23 45	0 15 12 28	0 41 12 55	4
5	8 16 20 32	9 18 21 52	11 24 — —	12 6 — —	1 3 13 15	1 28 13 42	5
6	9 15 21 37	10 30 23 8	0 6 12 30	0 41 12 56	1 48 13 57	2 12 14 28	6
7	10 14 22 38	11 45 — —	1 3 13 21	1 28 13 39	2 29 14 40	2 54 15 14	7
8	11 12 23 39	0 21 12 50	1 51 14 6	2 11 14 21	3 9 15 24	3 35 16 0	8
9	12 11 — —	1 20 13 42	2 35 14 47	2 52 15 1	3 51 16 10	4 15 16 44	9
10	0 38 13 6	2 10 14 28	3 17 15 27	3 33 15 43	4 32 16 57	4 55 17 27	10
11	1 33 13 57	2 56 15 11	3 58 16 7	4 13 16 26	5 13 17 45	5 34 18 11	11
12	2 23 14 43	3 40 15 51	4 39 16 48	4 54 17 11	5 57 18 36	6 17 18 59	12
13	3 10 15 27	4 23 16 32	5 21 17 30	5 35 18 0	6 47 19 36	7 8 19 54	13
14	3 56 16 10	5 6 17 13	6 3 18 18	6 20 18 57	7 51 20 45	8 12 20 57	14
15	4 42 16 53	5 49 17 55	6 50 19 17	7 16 20 6	9 9 22 3	9 20 22 0	15
16	5 27 17 36	6 35 18 43	7 50 20 32	8 30 21 31	10 29 23 9	10 24 22 57	16
17	6 15 18 21	7 27 19 43	9 7 22 6	10 5 22 57	11 28 23 57	11 18 23 45	17
18	7 7 19 14	8 30 20 58	10 45 23 30	11 21 23 55	12 12 — —	12 5 — —	18
19	8 6 20 17	9 45 22 28	11 54 — —	12 12 — —	0 36 12 48	0 28 12 49	19
20	9 12 21 29	11 11 23 49	0 27 12 44	0 39 12 52	1 9 13 21	1 11 13 33	20
21	10 22 22 48	12 17 — —	1 10 13 24	1 15 13 26	1 40 13 54	1 54 14 17	21
22	11 33 — —	0 48 13 8	1 47 13 58	1 46 13 55	2 13 14 30	2 36 15 0	22
23	0 2 12 33	1 34 13 49	2 19 14 27	2 14 14 23	2 48 15 8	3 17 15 44	23
24	1 0 13 24	2 12 14 24	2 47 14 54	2 41 14 52	3 24 15 48	3 57 16 27	24
25	1 48 14 ^h 6	2 47 14 56	3 13 15 21	3 9 15 24	4 2 16 30	4 39 17 13	25
26	2 30 14 45	3 18 15 25	3 41 15 50	3 42 15 59	4 42 17 18	5 21 18 1	26
27	3 8 15 19	3 47 15 54	4 9 16 21	4 15 16 38	5 27 18 10	6 6 18 54	27
28	3 43 15 52	4 15 16 22	4 41 16 56	4 52 17 21	6 19 19 12	7 0 19 57	28
29	4 16 16 23	4 45 16 52	5 15 17 35	5 35 18 14	7 24 20 24	8 5 21 6	29
30	4 48 16 54	5 15 17 24	5 54 18 22	6 27 19 21	8 40 21 41	9 19 22 17	30
31	5 21 17 26	5 49 18 0	— —	7 40 20 45	— —	10 34 23 23	31

Dagens længde for forskellige breddegrader

Nordlig geografisk bredde:

Sol. dekl.	0°		5°		10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		42°		44°	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
-23°	12	5	11	48	11	31	11	13	10	54	10	34	10	13	9	48	9	20	9	8	8	54
-22	12	5	11	49	11	32	11	16	10	58	10	39	10	18	9	55	9	28	9	17	9	4
-21	12	5	11	50	11	34	11	18	11	1	10	43	10	23	10	2	9	37	9	25	9	13
-20	12	5	11	50	11	36	11	20	11	4	10	47	10	29	10	8	9	45	9	34	9	23
-19	12	5	11	51	11	37	11	23	11	8	10	52	10	34	10	15	9	52	9	42	9	32
-18	12	5	11	52	11	39	11	25	11	11	10	56	10	39	10	21	10	0	9	51	9	41
-17	12	5	11	53	11	40	11	27	11	14	11	0	10	44	10	27	10	8	9	59	9	50
-16	12	5	11	53	11	42	11	30	11	17	11	4	10	49	10	33	10	15	10	7	9	58
-15	12	5	11	54	11	43	11	32	11	20	11	8	10	54	10	39	10	23	10	15	10	7
-14	12	5	11	55	11	45	11	34	11	23	11	12	10	59	10	46	10	30	10	23	10	15
-13	12	5	11	56	11	46	11	37	11	27	11	16	11	4	10	51	10	37	10	31	10	24
-12	12	5	11	56	11	48	11	39	11	30	11	20	11	9	10	57	10	44	10	38	10	32
-11	12	5	11	57	11	49	11	41	11	33	11	24	11	14	11	3	10	51	10	46	10	40
-10	12	5	11	58	11	51	11	43	11	36	11	28	11	19	11	9	10	58	10	53	10	48
- 8	12	5	11	59	11	53	11	48	11	42	11	35	11	28	11	21	11	12	11	8	11	4
- 6	12	5	12	0	11	56	11	52	11	47	11	43	11	38	11	32	11	26	11	23	11	20
- 4	12	5	12	2	11	59	11	56	11	53	11	50	11	47	11	43	11	39	11	37	11	36
- 2	12	5	12	3	12	2	12	1	11	59	11	58	11	56	11	54	11	53	11	52	11	51
0	12	5	12	5	12	5	12	5	12	5	12	5	12	5	12	6	12	6	12	6	12	6
+ 2	12	5	12	6	12	8	12	9	12	11	12	13	12	15	12	17	12	20	12	21	12	22
+ 4	12	5	12	8	12	10	12	13	12	17	12	20	12	24	12	28	12	33	12	35	12	37
+ 6	12	5	12	9	12	13	12	18	12	23	12	28	12	33	12	40	12	47	12	50	12	53
+ 8	12	5	12	10	12	16	12	22	12	28	12	35	12	43	12	51	13	0	13	5	13	9
+10	12	5	12	12	12	19	12	27	12	34	12	43	12	52	13	3	13	14	13	20	13	25
+11	12	5	12	13	12	21	12	29	12	38	12	47	12	57	13	8	13	21	13	27	13	33
+12	12	5	12	13	12	22	12	31	12	41	12	51	13	2	13	14	13	29	13	35	13	42
+13	12	5	12	14	12	24	12	33	12	44	12	55	13	7	13	20	13	36	13	43	13	50
+14	12	5	12	15	12	25	12	36	12	47	12	59	13	12	13	26	13	43	13	50	13	58
+15	12	5	12	16	12	27	12	38	12	50	13	3	13	17	13	33	13	50	13	58	14	7
+16	12	5	12	16	12	28	12	40	12	53	13	7	13	22	13	39	13	58	14	6	14	16
+17	12	5	12	17	12	30	12	43	12	56	13	11	13	27	13	45	14	6	14	15	14	24
+18	12	5	12	18	12	31	12	45	13	0	13	15	13	32	13	51	14	13	14	23	14	33
+19	12	5	12	19	12	33	12	47	13	3	13	19	13	38	13	58	14	21	14	31	14	43
+20	12	5	12	20	12	34	12	50	13	6	13	24	13	43	14	4	14	29	14	40	14	52
+21	12	5	12	20	12	36	12	52	13	10	13	28	13	48	14	11	14	37	14	49	15	2
+22	12	5	12	21	12	38	12	55	13	13	13	33	13	54	14	18	14	46	14	58	15	11
+23	12	5	12	22	12	40	12	58	13	17	13	37	14	0	14	25	14	54	15	7	15	21

i afhængighed af Solens deklination (årstid)

Nordlig geografisk bredde:

Sol. dekl.	46°		48°		50°		51°		52°		53°		54°		55°		56°		57°		58°	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
-23°	8	39	8	24	8	6	7	56	7	46	7	36	7	25	7	12	7	0	6	46	6	31
-22	8	50	8	35	8	19	8	10	8	0	7	50	7	40	7	29	7	17	7	4	6	50
-21	9	0	8	46	8	31	8	23	8	14	8	5	7	55	7	44	7	33	7	21	7	9
-20	9	11	8	57	8	43	8	35	8	27	8	18	8	9	8	0	7	49	7	38	7	26
-19	9	20	9	8	8	55	8	47	8	40	8	32	8	23	8	14	8	5	7	54	7	44
-18	9	30	9	19	9	6	8	59	8	52	8	45	8	37	8	28	8	20	8	10	8	0
-17	9	40	9	29	9	17	9	11	9	4	8	57	8	50	8	42	8	34	8	25	8	16
-16	9	49	9	39	9	28	9	22	9	16	9	10	9	3	8	56	8	48	8	40	8	32
-15	9	58	9	49	9	39	9	34	9	28	9	22	9	16	9	9	9	2	8	55	8	47
-14	10	7	9	59	9	50	9	45	9	39	9	34	9	28	9	22	9	16	9	9	9	2
-13	10	16	10	9	10	0	9	55	9	51	9	46	9	40	9	35	9	29	9	23	9	16
-12	10	25	10	18	10	10	10	6	10	2	9	57	9	52	9	47	9	42	9	36	9	30
-11	10	34	10	28	10	20	10	17	10	13	10	9	10	4	10	0	9	55	9	50	9	44
-10	10	43	10	37	10	30	10	27	10	24	10	20	10	16	10	12	10	8	10	3	9	58
- 8	11	0	10	55	10	50	10	48	10	45	10	42	10	39	10	36	10	32	10	29	10	25
- 6	11	17	11	13	11	10	11	8	11	6	11	4	11	2	10	59	10	57	10	54	10	52
- 4	11	34	11	31	11	29	11	28	11	27	11	25	11	24	11	22	11	21	11	19	11	17
- 2	11	50	11	49	11	48	11	48	11	47	11	47	11	46	11	45	11	45	11	44	11	43
0	12	7	12	7	12	7	12	7	12	8	12	8	12	8	12	8	12	8	12	9	12	9
+ 2	12	23	12	25	12	26	12	27	12	28	12	29	12	30	12	31	12	32	12	33	12	34
+ 4	12	40	12	43	12	46	12	47	12	49	12	50	12	52	12	54	12	56	12	58	13	0
+ 6	12	57	13	1	13	5	13	7	13	10	13	12	13	15	13	17	13	20	13	23	13	26
+ 8	13	14	13	19	13	25	13	28	13	31	13	34	13	37	13	41	13	45	13	49	13	53
+10	13	31	13	38	13	45	13	48	13	52	13	56	14	1	14	5	14	10	14	15	14	20
+11	13	40	13	47	13	55	13	59	14	3	14	8	14	13	14	18	14	23	14	29	14	34
+12	13	49	13	57	14	5	14	10	14	14	14	19	14	25	14	30	14	36	14	42	14	49
+13	13	58	14	6	14	16	14	20	14	26	14	31	14	37	14	43	14	49	14	56	15	3
+14	14	7	14	16	14	26	14	32	14	37	14	43	14	49	14	56	15	3	15	10	15	18
+15	14	16	14	26	14	37	14	43	14	49	14	55	15	2	15	9	15	17	15	25	15	33
+16	14	26	14	36	14	48	14	54	15	1	15	8	15	15	15	23	15	31	15	40	15	49
+17	14	35	14	47	14	59	15	6	15	13	15	20	15	28	15	37	15	45	15	55	16	5
+18	14	45	14	57	15	11	15	18	15	25	15	33	15	42	15	51	16	0	16	11	16	22
+19	14	55	15	8	15	22	15	30	15	38	15	47	15	56	16	6	16	16	16	27	16	39
+20	15	5	15	19	15	34	15	43	15	51	16	1	16	10	16	21	16	32	16	44	16	57
+21	15	15	15	30	15	47	15	55	16	5	16	15	16	25	16	36	16	48	17	1	17	15
+22	15	26	15	42	15	59	16	9	16	19	16	29	16	41	16	53	17	6	17	20	17	35
+23	15	37	15	54	16	12	16	22	16	33	16	45	16	57	17	10	17	24	17	39	17	56

Dagens længde for forskellige breddegrader

Nordlig geografisk bredde:

at addere:

Sol. dekl.	59°		60°		61°		62°		63°		64°		65°		66°		67°		59°	63°	67°
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	m	m	m
-23°	6	14	5	56	5	36	5	14	4	48	4	19	3	43	2	57	1	49	6	9	23
-22	6	35	6	19	6	1	5	41	5	18	4	52	4	22	3	46	3	0	6	8	15
-21	6	55	6	40	6	23	6	5	5	45	5	23	4	57	4	27	3	50	6	7	12
-20	7	14	7	0	6	45	6	29	6	11	5	51	5	28	5	2	4	31	5	7	10
-19	7	32	7	19	7	6	6	51	6	34	6	16	5	56	5	33	5	7	5	7	9
-18	7	49	7	38	7	25	7	12	6	57	6	41	6	23	6	2	5	39	5	6	8
-17	8	6	7	56	7	44	7	32	7	18	7	4	6	47	6	29	6	9	5	6	8
-16	8	23	8	13	8	2	7	51	7	39	7	25	7	11	6	55	6	37	5	6	7
-15	8	39	8	30	8	20	8	10	7	59	7	46	7	33	7	19	7	3	5	6	7
-14	8	54	8	46	8	37	8	28	8	18	8	7	7	55	7	42	7	27	5	5	7
-13	9	9	9	2	8	54	8	45	8	36	8	26	8	16	8	4	7	51	5	5	7
-12	9	24	9	17	9	10	9	3	8	54	8	45	8	36	8	25	8	14	4	5	6
-11	9	39	9	33	9	26	9	19	9	12	9	4	8	55	8	46	8	36	4	5	6
-10	9	53	9	48	9	42	9	36	9	29	9	22	9	14	9	6	8	57	4	5	6
- 8	10	21	10	17	10	13	10	8	10	3	9	57	9	51	9	45	9	38	4	5	6
- 6	10	49	10	46	10	42	10	39	10	35	10	31	10	27	10	23	10	18	4	5	6
- 4	11	16	11	14	11	12	11	10	11	7	11	5	11	2	10	59	10	56	4	5	6
- 2	11	42	11	42	11	41	11	40	11	39	11	38	11	37	11	36	11	34	4	5	5
0	12	9	12	9	12	10	12	10	12	10	12	11	12	11	12	11	12	12	4	5	5
+ 2	12	36	12	37	12	39	12	40	12	42	12	44	12	45	12	48	12	50	4	5	5
+ 4	13	3	13	5	13	8	13	11	13	14	13	17	13	20	13	24	13	28	4	5	6
+ 6	13	30	13	33	13	37	13	41	13	46	13	51	13	56	14	1	14	7	4	5	6
+ 8	13	58	14	2	14	8	14	13	14	19	14	25	14	32	14	39	14	48	4	5	6
+10	14	26	14	32	14	39	14	46	14	53	15	1	15	10	15	19	15	30	4	5	6
+11	14	41	14	48	14	55	15	2	15	11	15	20	15	30	15	40	15	52	5	5	6
+12	14	56	15	3	15	11	15	20	15	29	15	39	15	50	16	2	16	15	5	5	7
+13	15	11	15	19	15	28	15	37	15	47	15	59	16	11	16	24	16	38	5	6	7
+14	15	26	15	35	15	45	15	55	16	7	16	19	16	32	16	47	17	3	5	6	7
+15	15	42	15	52	16	3	16	14	16	26	16	40	16	55	17	11	17	29	5	6	8
+16	15	59	16	9	16	21	16	33	16	47	17	2	17	18	17	37	17	57	5	6	8
+17	16	16	16	27	16	40	16	54	17	9	17	25	17	43	18	4	18	27	5	6	9
+18	16	33	16	46	17	0	17	15	17	31	17	49	18	10	18	33	19	0	5	7	10
+19	16	52	17	5	17	20	17	37	17	55	18	15	18	38	19	5	19	36	5	7	11
+20	17	11	17	26	17	42	18	0	18	21	18	44	19	10	19	41	20	18	6	7	13
+21	17	30	17	47	18	5	18	25	18	48	19	14	19	45	20	22	21	10	6	8	17
+22	17	51	18	10	18	30	18	52	19	18	19	49	20	25	21	13	22	28	6	9	37
+23	18	14	18	34	18	56	19	22	19	52	20	29	21	16	22	30	-	7	10	-	-

i afhængighed af Solens deklination (årstid)

Nordlig geografisk bredde:

at addere:

Sol. dekl.	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	68°	72°	76°
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	m	m	m
-23°	-											
-22	1 51	-									23	
-21	3 3	1 53	-								15	
-20	3 55	3 7	1 56	-							12	
-19	4 37	3 59	3 11	1 58	-						10	
-18	5 13	4 42	4 4	3 15	2 1	-					9	25
-17	5 46	5 19	4 48	4 10	3 20	2 4	-				9	16
-16	6 16	5 53	5 26	4 55	4 16	3 25	2 7	-			8	13
-15	6 45	6 24	6 1	5 34	5 2	4 23	3 31	2 11	-		8	11
-14	7 11	6 53	6 33	6 10	5 43	5 10	4 30	3 37	2 15	7	10	28
-13	7 37	7 21	7 3	6 43	6 19	5 52	5 19	4 38	3 44	7	10	19
-12	8 1	7 47	7 31	7 13	6 53	6 30	6 2	5 29	4 48	7	9	15
-11	8 24	8 12	7 58	7 43	7 25	7 5	6 42	6 14	5 40	6	8	13
-10	8 47	8 36	8 24	8 10	7 55	7 38	7 18	6 55	6 27	6	8	12
- 8	9 31	9 22	9 13	9 3	8 52	8 39	8 25	8 8	7 49	6	8	10
- 6	10 12	10 6	10 0	9 53	9 45	9 36	9 26	9 15	9 2	6	7	10
- 4	10 53	10 49	10 45	10 41	10 36	10 31	10 25	10 18	10 10	6	7	9
- 2	11 33	11 31	11 30	11 28	11 26	11 24	11 21	11 18	11 15	6	7	9
0	12 12	12 13	12 14	12 14	12 15	12 16	12 17	12 18	12 19	6	7	9
+ 2	12 52	12 55	12 58	13 1	13 5	13 9	13 13	13 18	13 24	6	7	9
+ 4	13 32	13 37	13 43	13 48	13 55	14 2	14 11	14 20	14 31	6	7	9
+ 6	14 14	14 21	14 29	14 37	14 47	14 58	15 10	15 25	15 41	6	7	10
+ 8	14 56	15 6	15 17	15 29	15 42	15 57	16 15	16 35	16 59	6	8	11
+10	15 41	15 54	16 8	16 24	16 41	17 2	17 26	17 54	18 29	7	9	14
+11	16 5	16 19	16 35	16 53	17 13	17 37	18 5	18 40	19 23	7	9	16
+12	16 29	16 45	17 3	17 24	17 48	18 16	18 49	19 32	20 29	7	10	21
+13	16 55	17 13	17 33	17 57	18 25	18 58	19 40	20 35	22 6	7	11	46
+14	17 21	17 42	18 6	18 33	19 6	19 47	20 41	22 9	-	8	12	
+15	17 50	18 13	18 41	19 13	19 53	20 47	22 13	-		8	14	
+16	18 20	18 48	19 20	19 59	20 52	22 16	-			9	19	
+17	18 54	19 26	20 5	20 56	22 18	-				10	41	
+18	19 31	20 10	21 0	22 20	-					11		
+19	20 14	21 4	22 23	-						13		
+20	21 7	22 25	-							17		
+21	22 26	-								38		
+22	-											
+23												

Danske geografiske (koordinater) positioner

Kort- og Matrikelstyrelsen

Koordinater i Danmark er angivet i system Euref89 (den fælleseuropæiske realisation af WGS84). Koordinater i Grønland er opgivet i WGS84.

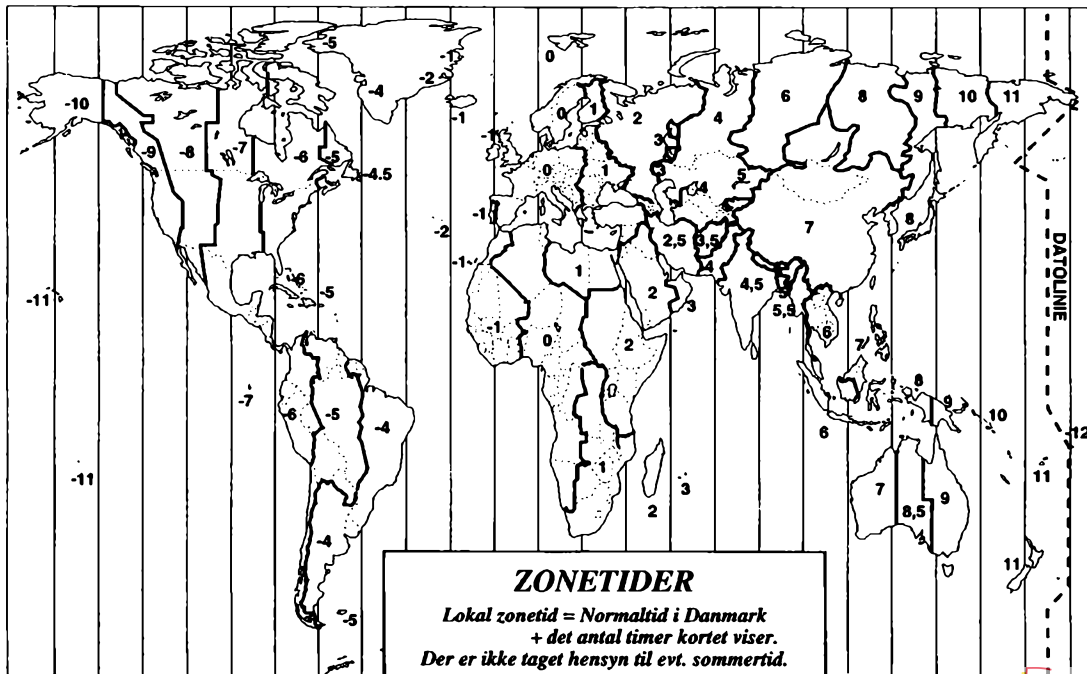
Forkortelser: *astr. st.* = astronomisk station, *dom.* = domkirke, *f.* = fyr, *k.* = kirke, *obs.* = observatorium, *t.* = tårn, *st.* = sankt, *tr.st.* = trigonometrisk station. Om brugen af tabellen se s. 43.

Sted	Bredde	Længde fra Greenwich i vinkelmål	Længde fra Kbh. obs. i tidsmål
Åbenrå, <i>St. Nicolai k.</i>	55° 2' 40" n.	9° 25' 5" ø.	0 ^h 12 ^m 38 ^s
Åkirkeby, <i>k.</i>	55 4 24 -	14 55 10 -	0 9 22
Ålborg, <i>Budolfi k.</i>	57 2 53 -	9 55 9 -	0 10 38
Århus, <i>dom.</i>	56 9 25 -	10 12 36 -	0 9 28
Allinge, <i>k.</i>	55 16 34 -	14 48 10 -	0 8 54
Anholt, <i>k.</i>	56 42 13 -	11 32 39 -	0 4 8
Assens, <i>k.</i>	55 16 9 -	9 53 37 -	0 10 44
Bogense, <i>k.</i>	55 34 03 -	10 5 16 -	0 9 57
Brorfelde, <i>obs.</i>	55 37 29 -	11 39 55 -	0 3 39
Brønderslev <i>ny k.</i>	57 16 6 -	9 57 13 -	0 10 30
Christiansfeld, <i>k.</i>	55 21 21 -	9 28 51 -	0 12 23
Ebeltoft, <i>k.</i>	56 11 41 -	10 40 32 -	0 7 36
Esbjerg, <i>Zions k.</i>	55 28 17 -	8 26 38 -	0 16 32
Fåborg, <i>k.</i>	55 5 47 -	10 14 45 -	0 9 19
Fanø, <i>Nordby k.</i>	55 26 26 -	8 23 51 -	0 16 43
Fredensborg, <i>slot, spir</i>	55 58 57 -	12 23 44 -	0 0 43
Fredericia, <i>mindesmærke</i>			
<i>Landsoldaten</i>	55 34 4 -	9 45 7 -	0 11 18
Frederiksberg, <i>rådhus t.</i>	55 40 40 -	12 31 56 -	0 0 10
Frederiksborg, <i>slot,</i>			
<i>højeste t.</i>	55 56 6 -	12 18 3 -	0 1 6
Frederikshavn, <i>k.</i>	57 26 26 -	10 32 18 -	0 8 9
Frederikssund, <i>k.</i>	55 50 19 -	12 4 9 -	0 2 2
Frederiksværk, <i>k.</i>	55 58 23 -	12 1 20 -	0 2 13
Gedser, <i>k.</i>	54 34 29 -	11 55 50 -	0 2 35
Grenå, <i>k.</i>	56 24 49 -	10 52 33 -	0 6 48
Grindsted, <i>k.</i>	55 45 20 -	8 55 53 -	0 14 35
Haderslev, <i>dom., k. midte.</i> ...	55 14 59 -	9 29 15 -	0 12 21
Hasle, <i>k.</i>	55 11 5 -	14 42 29 -	0 8 32
Helsingør, <i>St. Olai k.</i>	56 2 8 -	12 36 49 -	0 0 9
Herning, <i>k.</i>	56 8 16 -	8 58 32 -	0 14 24
Himmelbjerg, <i>t.</i>	56 6 19 -	9 41 6 -	0 11 34
Hjørring, <i>St. Kathrine k.</i>	57 27 42 -	9 58 56 -	0 10 22
Hobro, <i>k.</i>	56 38 13 -	9 47 40 -	0 11 8
Holbæk, <i>k.</i>	55 42 59 -	11 42 49 -	0 3 27
Holstebro, <i>k.</i>	56 21 33 -	8 36 59 -	0 15 50

Sted	Bredde	Længde fra Greenwich i vinkelmål	Længde fra Kbh. obs. i tidsmål
Horsens, <i>Frels., k.</i>	55° 51' 44" n.	9° 51' 6" ø.	0 ^h 10 ^m 54 ^s
Kalundborg, <i>k.</i>	55 40 50 -	11 4 51 -	0 5 59
Kerteminde, <i>k.</i>	55 26 57 -	10 39 29 -	0 7 40
Kolding, <i>ruin, t.</i>	55 29 30 -	9 28 25 -	0 12 25
Korsør, <i>k.</i>	55 19 49 -	11 8 10 -	0 5 46
København, <i>obs., Østervold</i>	55 41 13 -	12 34 36 -	0 0 0
Køge, <i>k.</i>	55 27 30 -	12 10 57 -	0 1 35
Lemvig, <i>k.</i>	56 33 0 -	8 18 33 -	0 17 4
Læsø, <i>Byrum k.</i>	57 15 18 -	10 59 56 -	0 6 19
Løgstør, <i>k.</i>	56 58 3 -	9 15 22 -	0 13 17
Mariager, <i>kloster k.</i>	56 38 52 -	9 58 43 -	0 10 24
Maribo, <i>k.</i>	54 46 21 -	11 29 57 -	0 4 19
Marstal, <i>k.</i>	54 51 18 -	10 31 0 -	0 8 14
Middelfart, <i>k.</i>	55 30 24 -	9 43 40 -	0 11 24
Myggenæs, <i>f.</i>	62 5 50 -	7 40 56 v.	1 21 1
Nakskov, <i>k.</i>	54 49 51 -	11 8 5 ø.	0 5 46
Neksø, <i>k.</i>	55 3 38 -	15 7 55 -	0 10 13
Nibe, <i>k.</i>	56 58 59 -	9 38 16 -	0 11 45
Nyborg, <i>k.</i>	55 18 41 -	10 47 34 -	0 7 8
Nykøbing F., <i>k.</i>	54 45 56 -	11 52 10 -	0 2 50
Nykøbing M., <i>k.</i>	56 47 40 -	8 51 36 -	0 14 52
Nykøbing S., <i>k.</i>	55 55 30 -	11 40 15 -	0 3 37
Nysted, <i>k.</i>	54 39 53 -	11 43 56 -	0 3 22
Næstved, <i>St. Mortens k.</i>	55 13 47 -	11 45 38 -	0 3 16
Nørresundby, <i>k.</i>	57 3 39 -	9 55 10 -	0 10 38
Odense, <i>St. Knuds k.</i>	55 23 43 -	10 23 19 -	0 8 45
Præstø, <i>k.</i>	55 7 24 -	12 2 52 -	0 2 7
Randers, <i>St. Mortens k.</i>	56 27 36 -	10 2 5 -	0 10 10
Ribe, <i>dom., nordre t.</i>	55 19 41 -	8 45 40 -	0 15 16
Ringkøbing, <i>k.</i>	56 5 27 -	8 14 40 -	0 17 20
Ringsted, <i>vandtårn</i>	55 26 34 -	11 47 30 -	0 3 8
Roskilde, <i>dom., nordre t.</i>	55 38 34 n.	12 4 47 -	0 1 59
Rudkøbing, <i>k.</i>	54 56 13 -	10 42 35 -	0 7 28
Rødby, <i>k.</i>	54 41 43 -	11 23 10 -	0 4 46
Rønne, <i>k.</i>	55 5 56 -	14 41 51 -	0 8 29
Sakskøbing, <i>k.</i>	54 48 1 -	11 38 5 -	0 3 46
Samsø, <i>Tranebjerg k.</i>	55 50 5 -	10 35 11 -	0 7 58
Silkeborg, <i>k.</i>	56 10 11 -	9 33 5 -	0 12 6
Skagen, <i>k.</i>	57 43 17 -	10 35 4 -	0 7 58
Skamlingsbanken, <i>støtten</i>	55 25 8 -	9 33 56 -	0 12 3
Skanderborg, <i>Skanderup k.</i> ..	56 2 25 -	9 55 44 -	0 10 35
Skelskør, <i>k.</i>	55 15 14 -	11 17 11 -	0 5 10
Skive, <i>gamle k.</i>	56 33 54 -	9 1 19 -	0 14 13

Sted	Bredde	Længde fra Greenwich i vinkelmål	Længde fra Kbh. obs. i tidsmål
Slagelse, <i>St. Mikkels k.</i>	55° 24' 13" n.	11° 21' 15" ø.	0 ^h 4 ^m 53 ^s
Sorø, <i>k.</i>	55 25 48 -	11 33 25 -	0 4 5
Stege, <i>k.</i>	54 59 3 -	12 17 2 -	0 1 10
Storeheddinge, <i>k.</i>	55 18 46 -	12 23 29 -	0 0 44
Struer, <i>k.</i>	56 29 22 -	8 35 37 -	0 15 56
Stubbekøbing, <i>k.</i>	54 53 25 -	12 2 37 -	0 2 8
Svaneke, <i>k.</i>	55 8 3 -	15 8 32 -	0 10 18
Svendborg, <i>Vor Frue k.</i>	55 3 37 -	10 36 35 -	0 7 52
Sæby, <i>k.</i>	57 20 0 -	10 31 41 -	0 8 12
Sønderborg, <i>k.</i>	54 54 41 -	9 47 12 -	0 11 10
Thisted, <i>k.</i>	56 57 17 -	8 41 20 -	0 15 33
Thorshavn, <i>k.</i>	62 0 32 -	6 46 18 v.	1 17 23
Tønder, <i>k.</i>	54 56 12 -	8 52 14 ø.	0 14 49
Varde, <i>k.</i>	55 37 13 -	8 28 45 -	0 16 23
Vejle, <i>St. Nikolai k.</i>	55 42 27 -	9 32 3 -	0 12 10
Viborg, <i>dom., nordre t.</i>	56 27 2 -	9 24 44 -	0 12 39
Vordingborg, <i>gåsetårnet</i>	55 0 26 -	11 54 45 -	0 2 39
Ærøskøbing, <i>k.</i>	54 53 17 -	10 24 43 -	0 8 40
Tasiilaq, <i>tr.st.</i>	65 36 23 -	37 37 22 v.	3 20 48
(Angmagssalik)			
Paamiut, <i>tr.st.</i>	61 59 27 -	49 40 9 -	4 8 59
(Frederikshåb)			
Nuuk, <i>tr.st.</i>	64 12 4 -	51 40 39 -	4 17 1
(Godthåb)			
Sisimiut, <i>tr.st.</i>	66 56 13 -	53 40 11 -	4 24 59
(Holsteinsborg)			
Ilulissat, <i>tr.st.</i>	69 13 39 -	51 5 45 -	4 14 41
(Jakobshavn)			
Qaqortoq, <i>tr.st.</i>	60 42 54 -	46 2 51 -	3 54 30
(Julianehåb)			
Illoqqortoormiut, <i>tr.st.</i>	70 29 6 -	21 57 3 -	2 18 7
(Scoresbysund)			
Maniitsoq, <i>tr.st.</i>	65 25 13 -	52 53 12 -	4 21 51
(Sukkertoppen)			
Uummannaq, <i>tr.st.</i>	70 40 23 -	52 7 43 -	4 18 49
(Umanak)			
Upemavik, <i>tr.st.</i>	72 47 0 -	56 8 9 -	4 34 51
(Upemavik)			
Daneborg, <i>tr.st.</i>	74 18 35 -	20 13 37 -	2 11 13
Kangerlussuaq, <i>astr.st.</i>	76 46 12 -	18 40 57 -	2 5 2
(Danmarkshavn)			
Aasiaat, <i>k.</i>	68 42 36 -	52 52 9 -	4 21 47
(Egedesminde)			

Sted	Bredde	Længde fra Greenwich i vinkelmål	Længde fra Kbh. obs. i tidsmål
Nunap Isua..... (Kap Farvel)	59° 46' 47" n.	43° 55' 20" v.	3 ^h 46 ^m 0 ^s
Qeqertarsuaq, <i>astr.st.</i> (Godhavn)	69 14 50 -	53 32 29 -	4 24 28
Ivittuut..... (Iviglut)	61 13 5 -	48 10 30 -	4 3 0
Uummanaq..... (Thule (Dundas))	76 33 59 -	68 49 21 -	5 25 36



Zonetider

For hver 15° man bevæger sig mod øst vil Solen kulminere en time tidligere. Da døgnet er indrettet efter Solens gang, burde urene tilsvarende stilles frem, når man rejser mod øst. Af praktiske grunde har man inddelt landområderne i såkaldte tidszoner med en fælles zonetid.

Sæsontider – lokale sommertider: På den nordlige halvkugle stilles urene i mange lande en time frem inden for perioden ultimo marts-ultimo oktober. På den sydlige halvkugle stilles urene i nogle lande en time frem inden for perioden ultimo september-ultimo marts. Omstillingsdato og varighed af sæsontiden varierer fra land til land og er uafhængig af tidszonerne.

Coordinated Universal Time (UTC) = Dansk standardtid –1.

Dansk standardtid (vintertid) = UTC+1. Dansk sommertid = UTC+2.

Nedenstående tabel og figuren på modstående side anviser det antal timer, der skal lægges til (+) eller trækkes fra (–) standardtiden i Danmark for at få den lokale zonetid.

Tidsforskel mellem stedet og Danmark	Lande og landområder
+ 11	New Zealand. Rusland: Kamchatka.
+ 10	Australien: Australian Capital Territory, New South Wales, Victoria, Tasmanien.
+ 9½	Australien: South Autralia.
+ 9	Australien: Queensland. Rusland: Khabarovsk.
+ 8½	Australien: Northern Territory.
+ 8	Japan, Nordkorea, Sydkorea. Rusland: Yakutsk.
+ 7	Bali, Filippineme, Indonesisk Borneo, Kina, Malaysia, Taiwan. Australien: Western Australia. Rusland: Irkutsk.
+ 6	Java, Sumatra, Thailand.
+ 5½	Myanmar (tidl. Burma).
+ 5	Bangladesh, Kazakhstan: Astana. Rusland: Novosibirsk. Sri Lanka.
+ 4½	Indien.

Tidsforskel mellem stedet og Danmark	Lande og landområder
+ 4	Kazakhstan: Aqtobe., Pakistan, Tadsjikistan, Turkmenistan, Uzbekistan. Kirgisistan.
+ 3½	Afghanistan.
+ 3	Armenien, Aserbajdsjan.
+ 2½	Iran.
+ 2	Etiopien, Georgien, Irak, Kenya, Saudi-Arabien, Sudan. Rusland: Moskva, Sankt Petersborg, Volgograd.
+ 1 Østeuropæisk tid	Bulgarien, Cypern, Egypten, Estland, Finland, Grækenland, Hviderusland, Israel, Jordan, Letland, Libanon, Litauen, Moldova, Rumænien, Sudan, Sydafrika, Syrien, Tyrkiet, Ukraine, Congo, Demokratiske Republik (østlig del).
+ 0 Mellem-europæisk tid	Albanien, Belgien, Bosnien-Hercegovina, Cameroun, Congo, Demokratiske Republik (vestlig del), <i>Danmark</i> (ekskl. Færøerne og Grønland), Frankrig, Holland, Italien, Kroatien, Luxembourg, Makedonien, Malta, Nigeria, Norge, Polen, Schweiz, Serbien og Montenegro, Slovakiet, Slovenien, Spanien, Sverige, Tjekkiet, Tunesien, Tyskland, Ungarn, Østrig.
- 1 Vesteuropæisk tid	<i>Færøerne</i> , Irland, Island, Kanariske Øer, Madeira, Marokko, Portugal, Storbritannien og Nordirland.
- 2	Azoreme. <i>Grønland</i> : Ittoqqortoormiit/Scoresbysunddistriktet.
- 4	Argentina, Brasilien, Uruguay. <i>Grønland</i> : Vestkysten (fra Melvillebugten og sydefter samt ved Ammassalik/Angmassalik).
- 4½	Canada: Labrador, Newfoundland.
- 5 Østlig tid (Eastern)	Jomfruøerne.
- 5 Atlantisk tid (Intercolonial)	Bolivia, Chile, Paraguay, Venezuela. <i>Grønland</i> : Pituffik/Dundas, Qaanaaq/Thule. Canada: Nova Scotia, New Brunswick.

Tidsforskel mellem stedet og Danmark	Lande og landområder
- 6 Østlig tid (Eastern)	Colombia, Cuba, Ecuador, Panama, Peru. Canada: Ontario, Quebec. USA: Connecticut, Delaware, District of Columbia, Georgia, Maine, Maryland, Massachusetts, Michigan, New Hampshire, New Jersey, New York, North Carolina, Ohio, Pennsylvania, Rhode Island, South Carolina, Vermont, West Virginia, Virginia.
- 6 til - 7	USA: Florida
- 6 til - 7 Centraltid (Central)	Kentucky.
- 7 Centraltid (Central)	Canada: Manitoba, Saskatschewan. USA: Alabama, Arkansas, Illinois, Indiana, Iowa, Louisiana, Minnesota, Mississippi, Missouri, Oklahoma, Tennessee, Texas, Wisconsin.
- 7 til - 8	USA: South Dakota, North Dakota, Kansas, Nebraska.
- 7 til - 9	Mexico.
- 8 til - 9	USA: Arizona, Idaho, Utah.
- 8 Bjergtid (Mountain)	Canada: Alberta. USA: Colorado, Montana, New Mexico, Wyoming.
- 9 Stillehavstid (Pacific)	Canada: British Columbia. USA: California, Nevada, Oregon, Washington.
- 9	Canada: Yukon.
- 10 til - 11	USA: Alaska.
- 11	Hawaii.

Kilde: TDC A/S – August 2005.

Danske tidssignaler

Telefon- og radio-tidssignalet («frk. klokken» 70101155)

Fra Tele Danmarks uranlæg i København, Odense og Århus udsendes tidssignaler med 10 sekunders mellemrum. Tidssignalerne styres via NAVESTAR GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS), der i forhold til UTC tidsskalaen udsender tidssignaler med en nøjagtighed på ± 100 ns.

Uranlæggenes tidssignaler fordeles 1) over Tele Danmarks telefonområder via telefonnettet, der – afhængigt af koblingsvejen – almindeligvis forsinker signalet noget mindre end 10 ms; 2) fra Tele Danmark til Danmarks Radio, hvorfra de transmitteres i forbindelse med de officielle radioprogrammer med en forsinkelse mindre end 5 ms.

Afmærkningen i danske farvande

udarbejdet af orlogskaptajn A. H. Kok

I det internationale, verdensomspændende »IALA maritime afmærkningssystem« er hele verden opdelt i to regioner – Region A og B –. Danmark (og hele Europa m.fl.) er omfattet af Region A, hvor man i sideafmærkningssystemet har grønne sømærker om styrbord og røde sømærker om bagbord.

Afmærkningen kan foretages med flydende og faststående sømærker, med mærker på land og på grunde (båker og fyr) samt med elektronisk udstyr.

En detaljeret beskrivelse af afmærkningen og dens brug findes i »afmærkning af danske farvande« (udgivet af Farvandsvæsenet).

Flydende afmærkning

Den flydende afmærkning består af lystønder og dagsømærker og er et kombineret kompas- og sideafmærkningssystem (kardinal- og lateralsystem). Dette system benyttes som følger:

Sideafmærkning (Lateralsystem) benyttes til afmærkning af sunde, fjorde, sejløb og render. Sømærkernes form og farve fastsættes i forhold til en i farvandene fastlagt »retning for indgående« i danske farvande, således at et farvands styrbords side er den side, et skib for indgående har om styrbord, og et farvands bagbords side er den side, et skib for indgående har om bagbord. (Se planche 1). Afmærkning af danske farvande foretages fortrinsvis med sideafmærkning. (Se planche 2 og 3).

Skillepunktsafmærkning anvendes, hvor et løb deler sig i et hovedløb og et sideløb. (Se planche 2 og 3).

Kompasafmærkning (Kardinalsystem) angiver i forbindelse med kompasset, hvorledes en sejladshindring bedst kan passeres, eller fra hvilken retning et sejløb eller område bedst kan anduves (dvs. angiver det dybeste vand i området), idet afmærkningen er udlagt i en af de fire kvadranter N., E., S. eller W. i forhold til den sejladshindring eller anduvning, den afmærker. De enkelte kvadranter afgrænses af kompasstregene, henholdsvis NW.-NE., NE.-SE., SE.-SW. og SW.-NW. regnet fra det punkt, der afmærkes. (Se planche 5).

Isoleret fareafmærkning angiver tilstedeværelsen af en enkelt begrænset fare eller sejladshindring såsom vrug, sten m.m., hvor der i øvrigt er sejlbart vand rundt om, således at sejladshindringen kan passeres på alle sider. (Se planche 4).

Midtfarvandsafmærkning angiver sejlbart farvand, dvs. enten midtlinien i en anbefalet rute, trafikskillelinien i et trafiksepareringsområde eller anduvning af en fjord, et løb eller en havnerende. (Se planche 8).

Speciel afmærkning tjener ikke direkte til vejledning for den egentlige sejlads, men angiver tilstedeværelsen af skydeområder, forbudsområder, kapsejladsbanner, måleinstrumenter, trafikskillezoner, rørledninger, kabler m.m. (Se planche 6). Desuden kan specialafmærkning være benyttet til vejledning i sejlruiter, som benyttes af skibe med meget stor dybgang.

Båker

Båker, der anvendes som kendemærker, kan f.eks. være tremmebygninger eller bygninger af sten, jern eller træ. De opføres såvel på land som på grunde. Båkesymbolet kan også være malet på bygninger.

Til dagafmærkning af sejladslinier, kabler og rørledninger, begrænsningslinier m.m. anvendes båkelinier bestående af en bagbåke og en forbåke. (Se planche 7).

Lysrefleks

Lysrefleks på flydende sømærker i danske farvande er fastsat som følger:

Sideafmærkning: Styrbordsafmærkning (grønne sømærker) forsynes med 1 grønt refleks og bagbordsafmærkning (røde sømærker) med 1 rødt refleks.

Skillepunkter: Grønne spidstønder eller stager, med rødt bælte forsynes med 1 rødt refleksbånd mellem 2 grønne, og røde stumpstønder eller stager, med grønt bælte forsynes med 1 grønt refleksbånd mellem 2 røde.

Kompasafmærkning: Sømærker i kompasafmærkningssystemet forsynes med 2 refleksbånd som følger:

Sømærker i N.-kvadrant med 1 blå i dobbelt bredde over 1 gult refleksbånd.

Sømærker i E.-kvadrant med 2 blå refleksbånd.

Sømærker i S.-kvadrant med 1 gult over 1 blå refleksbånd i dobbelt bredde.

Sømærker i W.-kvadrant med 2 gule refleksbånd.

Isoleret fareafmærkning: Sømærker, der afmærker isolerede farer, forsynes med 2 refleksbånd (1 blå over 1 rødt).

Midtfarvandsafmærkning: Sømærker, der benyttes til midtfarvandsafmærkning, forsynes med 2 refleksbånd (1 rødt i dobbelt bredde over 1 hvidt).

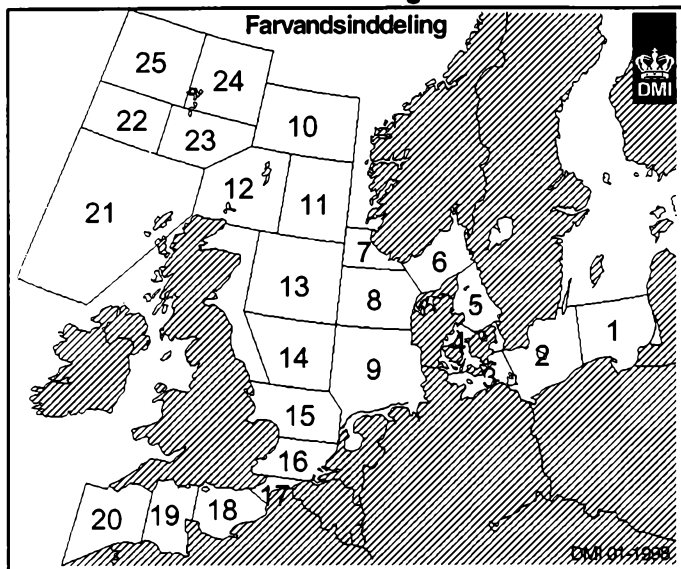
Speciel afmærkning: Sømærker, der anvendes som speciel afmærkning (gule sømærker), forsynes med 1 gult refleksbånd.

Fyrafmærkning

Langs kysterne, på øer og grunde samt ved større sejløb (ruter) er der visse steder opført fyr til vejledning for sejladsen om natten.

Detaljer vedrørende fyr i danske farvande findes i »Dansk Fyrliste« (udgives af Farvandsvæsenet) eller i »Fiskeriårbogen« (udgives af Iver C. Weilbach & Co., Toldbodgade 35, K).

Danmarks Meteorologiske Institut



- | | | | |
|----|----------------------------|----|---|
| 1 | Sydøstlige Østersø | 14 | Dogger |
| 2 | Østersøen omkring Bornholm | 15 | Humber |
| 3 | Vestlige Østersø | 16 | Thames |
| 4 | Bælthavet og Sundet | 17 | Dover* |
| 5 | Kattegat | 18 | Wight* |
| 6 | Skagerrak | 19 | Portland* |
| 7 | Sydlig Utsira | 20 | Plymouth* |
| 8 | Fisker | 21 | Farvandet vest for Hebriderne |
| 9 | Tyskebugt | 22 | Ytri |
| 10 | Tampen | 23 | Munkegrunden |
| 11 | Viking | 24 | Fugloy |
| 12 | Orkney/Shetland | 25 | Islandsryggen |
| 13 | Fladen | | * Kun i perioden 1. januar til 30. april. |

Der udsendes **stormvarsel**, når vindhastigheden ventes at blive 25 m/s eller mere (10-12 Beaufort) og det ikke kun er lokalt. **Kulingvarsel** udsendes, når vindhastigheden ventes at overstige 14 m/s (7-9 Beaufort). For farvandet 2-5 samt Limfjorden udsendes **hårdvindvarsel**, når vindhastigheden ventes at overstige 11 m/s (6 Beaufort) og i perioden 1. maj til 31. oktober også for farvandet syd for Esbjerg.

Udsigter og varsler oplæses dagligt i vejrmeldingerne på MB (1062kHz) og LB (243kHz) kl. 05.45, 08.45, 11.45, 17.45 og 22.45.

Farvandsudsigter findes også på DMI's maritime service på Internet: <http://www.dmi.dk>
 Farvandsudsigter og observationer samt vejret de kommende dage for Danmark på servicetelefon: 1853
 Weather in English / Wetter auf Deutsch: (+45) 38 38 36 63
 Vejret på tekst-tv fra side 400.

Jordmagnetiske forhold i Danmark

(med Færøerne og Grønland)

udarbejdet af H. A. Hansen, revideret af E. Kring Lauridsen,
Danmarks Meteorologiske Institut

Magnetisme skal allerede være konstateret af Thales fra Milet (600 år f.Kr.) som en forekommende egenskab ved visse jernminerale i naturen, og allerede 100 år før vor tidsregning skal magnetismen være benyttet i praksis af kineserne i et kompas. Omkring år 1200 benyttedes kompas ved navigation i Middelhavet, og under sin rejse vest på i 1492 konstaterede Columbus, at kompassets visning i forhold til geografisk nord ændrede sig. W. Gilbert fastslog i år 1600, at Jorden kunne betragtes som en magnet, og dette blev grundlaget for de fortsatte studier såvel som den praktiske udnyttelse af fænomenet jordmagnetismen. Orienteringen af en del af vore romanske kirker tyder på, at bygmestrene har haft kendskab til en form for kompas, selvom litterære kilder i Norden først omtaler kompasset ca. 1225.

En magnet har altid to poler, betegnet hhv. nord- og sydpol. For »jordmagneten«s vedkommende er disse imidlertid ikke sammenfaldende med de geografiske poler, men lidt forskudte herfra, således at den jordmagnetiske sydpol ligger ved King Christian Island i øgruppen Queen Elisabeth Islands, nord for det canadiske fastland, mens nordpolen ligger tæt ved Antarktis, 3000 km syd for Melbourne. Ved polerne vil den magnetiske kraftretning være lodret, mens den vil være vandret langs en kurve omkring Jorden i nærheden af ækvator. Alle andre steder vil kraften have en skrå retning, og den opdeles derfor praktisk i de to komponenter: den vandrette horizontalkraft og den lodrette vertikalkraft. Horizontalkraftens retningsafgivelse fra den geografiske nordretning kaldes misvisning eller deklinationen. Den regnes positiv øst for geografisk nordretning og negativ vest herfor.

Den magnetiske krafts vinkel med vandret plan kaldes inklinationen og regnes positiv nedad. I det nordlige Jylland er inklinationen mellem 70° og 71° og i resten af landet normalt mellem 69° og 70°.

Med indføring af SI (det internationale enhedssystem for måling af alle fysiske størrelser) måles magnetisk feltstyrke i tesla (T), hvor det dog for jordfeltet er mere praktisk at benytte enheden nT (10^{-9} T). Omkring 1992 kan den jordmagnetiske krafts vandrette komponent sættes til 16.200 nT ved Skagen, 16.700 nT ved 56½° nordlig bredde og 17.500 nT syd for 55°-bredden, idet der dog må regnes med talafvigelser på indtil 200 nT. På Bornholm kan middelværdien ansættes til 17.100 nT med afvigelser op til 500 nT og enkelte steder endnu mere.

Med hensyn til jordmagnetismens lodrette kraftkomponent kan den sættes til 47.000 nT ved 57° nordlig bredde, til 46.500 nT ved 56° og til 46.000 nT ved 55° bredde med afvigelser omkring 200 nT. På Bornholm kan middelstyrken anslås til 46.700 nT med afvigelser op til 1.000 nT.

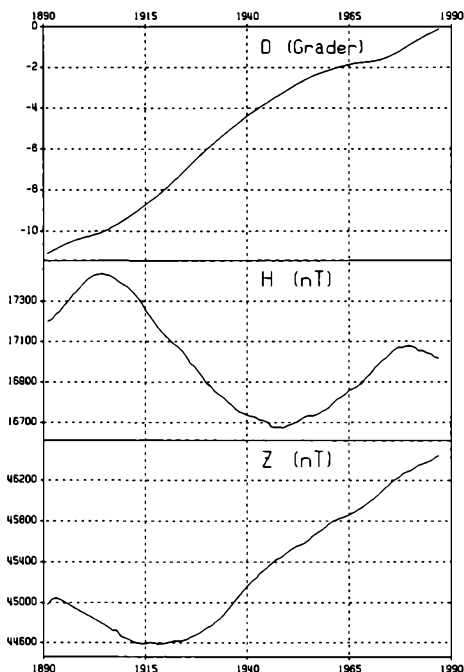
De jordmagnetiske størrelser er ikke konstante, men underkastet stadige ændringer, der deles i to grupper med henholdsvis ydre og indre årsager.

De ude fra fremkaldte variationer hidrører fra Solens indvirkning, dels ved strålingen og dels ved direkte udsendelse af elektrisk ladede partikler, den såkaldte solvind. Solvinden udøver et tryk på magnetfeltet uden om Jorden og bevirker herved at det »blæses ud« til en kometlignende form, den såkaldte magnetosfære, hvor et kompliceret system af fysiske processer foregår. Under urolige

magnetiske forhold sluses elektriske partikler fra magnetosfæren ned i atmosfæren i nærheden af de to bæltter rundt om de magnetiske poler kendtsom nordlyszonerne. Samtidig med nordlys (eller rettere polarlys) optræder hurtigt vekslende magnetfelter, der kan observeres meget sydligere end nordlysene kan ses. Aktiviteten på Solen udviser en dobbelt 11-årig cyklus med hensyn til dannelsen af solpletter som er sammenknyttet med den magnetiske uro. Den kan opvise variationer på mange hundrede nT.

Men også under rolige forhold bevirker solens stråler ionisering af de øvre atmosfærelag (også kaldet ionosfæren) og de elektriske ladingers bevægelser her danner strømme, hvis magnetfelt overlejres det eksisterende jordfelt, der som følge af Jordens rotation således udviser en daglig variation, som for deklinationens vedkommende under de mest rolige forhold på Danmarks bredder andrager 10 bueminutter med den mest positive værdi (mest østlige) om formiddagen. Horizontalkraftens variation under rolige forhold ligger omkring 50 nT, og vertikalkraftens lidt mindre.

De inde fra forårsagede variationer af magnetfeltet har forbindelse med selve dannelsen af feltet i Jordens indre, formentlig som en følge af elektriske strømme langs med eller tæt ved overfladen af jordkærmen med radius 3500 km. Ændringerne er langsomme, men vedvarende, og de må tilskrives forandringer i de



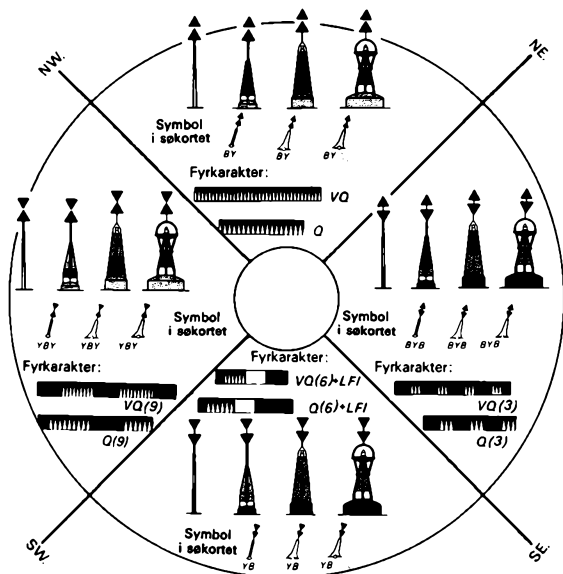
Magnetfeltet i Danmark:

D: deklinationen

H: horizontalkraften

Z: vertikalkraften

KOMPASAFMÆRKNING



Lysets farve: hvidt
 Toppbetegnelse: 2 sorte kegler
 Lysrefleks: 2 refleksbånd
 N. - kvadrant: 1 blå over 1 gult
 E. - kvadrant: 2 blå
 S. - kvadrant: 1 gult over 1 blå
 W. - kvadrant: 2 gule

SIDEAFMÆRKNING

Sømærker på bagbords side

Topbetegnelse: (hvis anvendt) rød cylinder
Lysrefleks: 1 rød

Symbol i søkortet
Fyrkarakter:
Lysets farve: rød

	FLR		Q.R
	FI(2)R		VQ.R
	FI(3)R		LFI.R

Skillepunkt, som skal holdes om bagbord i hovedløbet (hovedløbet er til styrbord).

Topbetegnelse: (hvis anvendt) rød cylinder
Lysrefleks: 1 grønt mellem 2 røde

Symbol i søkortet
Fyrkarakter:
Lysets farve: rød

	FI(2+1)R
--	----------

SIDEAFMÆRKNING

Sømærker på styrbords side

Topbetegnelse: (hvis anvendt) grøn kegle
Lysrefleks: 1 grønt

Symbol i søkortet
Fyrkarakter:
Lysets farve: grønt

	FI.G		Q.G
	FI(2)G		VQ.G
	FI(3)G		LFI.G

Skillepunkt, som skal holdes om styrbord i hovedløbet (hovedløbet er til bagbord).

Topbetegnelse: (hvis anvendt) grøn kegle
Lysrefleks: 1 rød mellem 2 grønne

Symbol i søkortet
Fyrkarakter:
Lysets farve: grønt

	FI(2+1)G
--	----------

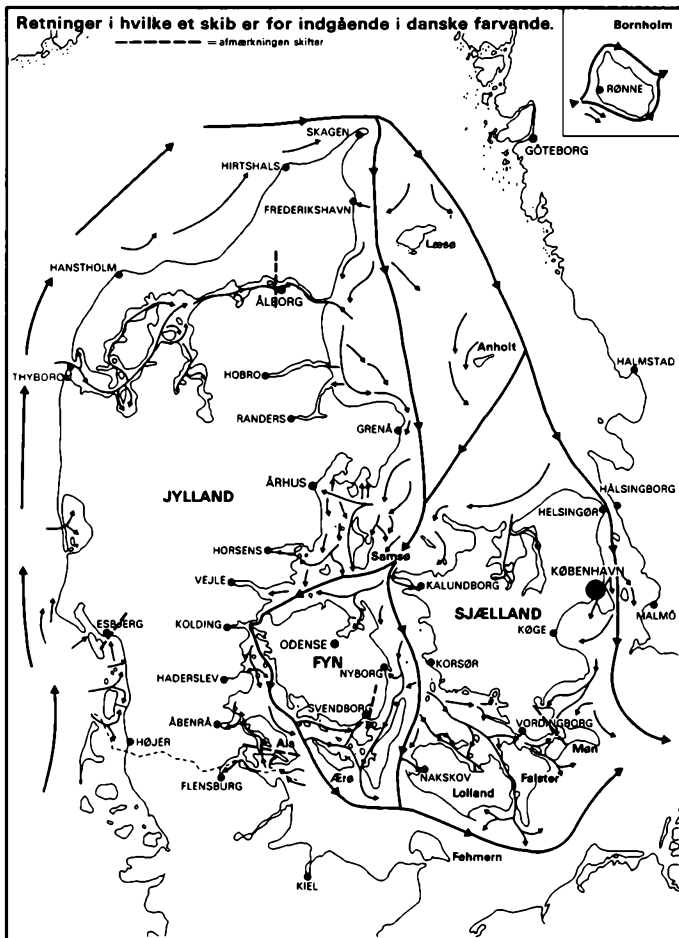
ISOLERET FAREAFMÆRKNING

Topbetegnelse: 2 sorte kugler
Lysrefleks: 1 blå over 1 rød


Symbol i søkortet
Fyrkarakter:
Lysets farve: hvidt

	FI(2)
--	-------


Planche 1




SPECIEL AFMÆRKNING




Topbetegnelse (hvis anvendt): gult kryds








eller



eller



Symbol i søkortet








Lysets farve: gult


Fyrkarakter: Enhver der ikke kan forveksles med andre fyrkarakterer i System A.


Lysrefleks: 1 gult


Kapsejleds mærker: Topbetegnelse på kapsejledsmærker må ikke kunne forveksles med topbetegnelserne i System A.


Eksempel: 


BÅKER


Bagbåke 


Forbåke 


Bagbåke 


Forbåke 


Bagbåke 


Forbåke 


Bagbåke 

Forbåke 

Bagbåke 

Forbåke 

Bagbåke 

Forbåke 

SEJLADSBÅKER
Males med en for de stedlige forhold bedst synlige farve, evt. stribet.
(Dog ikke sort-gul vandretstribet)

RØRLEDNING
Gule


KABELBÅKER
Røde og hvide

SKYDE-OMRÅDER
Sort-gul vandretstribet

FREDNINGSOMRÅDER
Gule





GRAVELINIER
Hvide

MIDTFARVANDS-AFMÆRKNING




Topbetegnelse: 1 rød kugle

Lysrefleks: 1 rødt over 1 hvidt







Symbol i søkortet

Fyrkarakter:
Lysets farve: hvidt





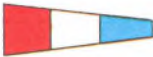


Iso












LFI

Talstandere p

p – pennant

	P 1
	P 2
	P 3
	P 4
	P 5	

	P 6
	P 7
	P 8
	P 9
	P Ø




















Svarstander

Lighedsstander I

Lighedsstander II

Lighedsstander III













	M Mike	--	* Mit skib ligger stoppet uden at gøre fart gennem vandet.
	N November	--	Nej (nægtende eller -betydningen af den foregående gruppe er benægtende-). Dette signal må kun gives visuelt eller med lyd. Når højtaler eller radio benyttes, skal signalet være -NO-.
	O Oscar	---	Mand over bord.
	P Papa	----	I havn. Alle mand skal møde om bord, da skibet skal afgå. Til søs. Jeg anmoder om lods. Kan også benyttes af fiskeskibe i betydningen: Mine redskaber har hold i en forhindring.
	Q Quebec	-----	Mit skib er smittefrit, og jeg anmoder om frit samkvem med land.
	R Romeo	----	*
	S Sierra	----	* Min maskine går bak.
	T Tango	-	* Hold klar af mig, jeg er beskæftiget med pariskeri.
	U Uniform	...-	De stævner mod fare.
	V Victor	...-	Jeg behøver hjælp.
	W Whiskey	...-	Jeg behøver lægehjælp.
	X Xray	-----	Afbryd Deres forehavende og giv agt på mine signaler.
	Y Yankee	-----	Jeg driver for mit anker.
	Z Zulu	-----	* Jeg ønsker slæbebåd. Når afgivet af fiskeskib på eller i nærheden af fiskebanker: Jeg er ved at sætte mine redskaber.

Kan afgives ved benyttelse af en hvilken som helst signaleringsmetode.

Signaler mærket * se anm. 1.

Anm. 1. De med * mærkede signaler må som lydsignal kun afgives i overensstemmelse med forskrifterne i reglerne 34 og 35 i de internationale søvejsregler, dog må lydsignalerne »G« og »Z« fortsat benyttes af fiskeskibe, der fisker i nærheden af andre fiskeskibe.

Anm. 2. Signalerne »K« og »S« har særlig betydning som landings signaler for små både med mandskab eller personer i nød. (International konvention om sikkerhed for menneskeliv på søen, 1974 kapitel V, reglement 16).

	A Alfa	--	Jeg har dykker ude. Hold godt klar med langsom fart.
	B Bravo	----	* Jeg laster eller lossrer eller transporterer farligt gods.
	C Charlie	----	* Ja (bekræftende eller »betydningen af den foregående gruppe er bekræftende«).
	D Delta	---	* Hold klar af mig; jeg har vanskeligt ved at manøvrere.
	E Echo	*	* Jeg drejer til styrbord.
	F Foxtrot	----	Jeg er ikke manøvreedygtig; sæt Dem i forbindelse med mig.
	G Golf	---	* Jeg ønsker lods. Når afgivet af fiskeskib på eller i nærheden af fiskebanker: Jeg er ved at bjærge mine redskaber.
	H Hotel	----	* Jeg har lods ombord.
	I India	**	* Jeg drejer til bagbord.
	J Juliett	----	Jeg er i brand og har farligt gods om bord. Hold godt klar af mig.
	K Kilo	---	Jeg ønsker at komme i forbindelse med Dem.
	L Lima	---	Stop Deres skib øjeblikkeligt.

fysiske og kemiske forhold i Jordens indre, hvorved der udvirkes ændringer af magnetfeltets størrelse og retning, som det afspejles ved den konstaterede vandrings af de magnetiske poler, og som det tydeligt ses af de publicerede årsmidler fra de magnetiske observationer Verden over.

På hosstående figur vises variationen af de magnetiske elementer ved observatoriet i Rude Skov siden 1891, hvor en vedvarende observation startedes hér i landet. Det ses, at de årlige ændringer har varieret gennem tiden. F.eks. havde ændringen af deklinationen i 1925 et maximum på 12,7 bueminutter, hvorpå den aftog til 1,0 bueminut i 1969. Siden er den atter steget, så den for tiden udgør omkring 6 bueminutter. Siden 1980 foregår registreringerne i Danmark på Geomagnetisk Observatorium i Brorfelde.

På Færøerne blev magnetiske målinger udført i 1982 på en del punkter, fordelt over området. Som på Bornholm spiller også hér klippegrundens indhold af magnetisk materiale en meget betydelig rolle. Deklinationen fandtes i middel til $+11,9^\circ$ med afvigelser herfra op til $3,5^\circ$, selv inden for korte afstande. Horizontalkraften fandtes i middel til 14.200 nT med afvigelser op til 500 nT, og for vertikalkraftens vedkommende blev midlet 48.800 nT med indtil 2000 nT's afvigelser. Den årlige deklinationsændring kan for tiden sættes til 10 bueminutter mod øst.

På Grønland startedes mere udførlige, geofysiske observationer, herunder magnetiske undersøgelser, allerede i 1882 som delprojekt under det internationalt organiserede første Polarår; men først i 1926 påbegyndtes løbende, magnetiske observationer og målinger ved oprettelsen af et magnetisk observatorium i Godhavn på Disko-øen ved sydranden af nordlysbæltet. Siden oprettedes permanente observatorier i Thule i nord og i Narssarsuaq i syd, og temporært er der gjort iagttagelser og foretaget registreringer på en række pladser i både Vest- og Østgrønland. Også hér giver de geologiske forhold store variationer i de jordmagnetiske størrelser inden for korte afstande såvel som fra sted til sted på de isfrie kystområder, mens variationerne ifølge sagens natur afdæmpes stærkt over den tykke indlandsis. Langs de store linjer findes dog den naturlige ændring fra syd mod nord, så man omkring 1992 i Narssarsuaq har en deklination omkring $+30^\circ$, horizontalkraft og vertikalkraft omkring hhv. 12.300 og 53.400 nT, mens deklinationen i Thule er omkring $+71^\circ$ med horizontal- og vertikalkraft omkring hhv. 3900 og 56.400 nT. Med sin beliggenhed i nærheden af nordlyszonen bliver de temporære, magnetiske variationer meget store på Grønland. I syd må man ofte regne med et par graders variation i deklinationen, medens man i nord kan nå op på en halv snes grader.

DMI's fire magnetiske observatorier i Danmark og Grønland udgør en del af et globalt net på omkring 200 observatorier, hvor der regelmæssigt udføres magnetiske målinger for at bestemme jordmagnetismens styrke og retning.

Bl.a. på basis af disse målinger udarbejder den internationale videnskabelige organisation IAGA hvert femte år en global magnetfeltmodel, som beskriver jordens magnetfelt for en femårs periode.

Den senest adopterede magnetfeltmodel IGRF2000 dækker perioden 2000-2004. Denne model er foruden målinger fra jorden også baseret på målinger fra Danmarks første satellit, ØRSTED.

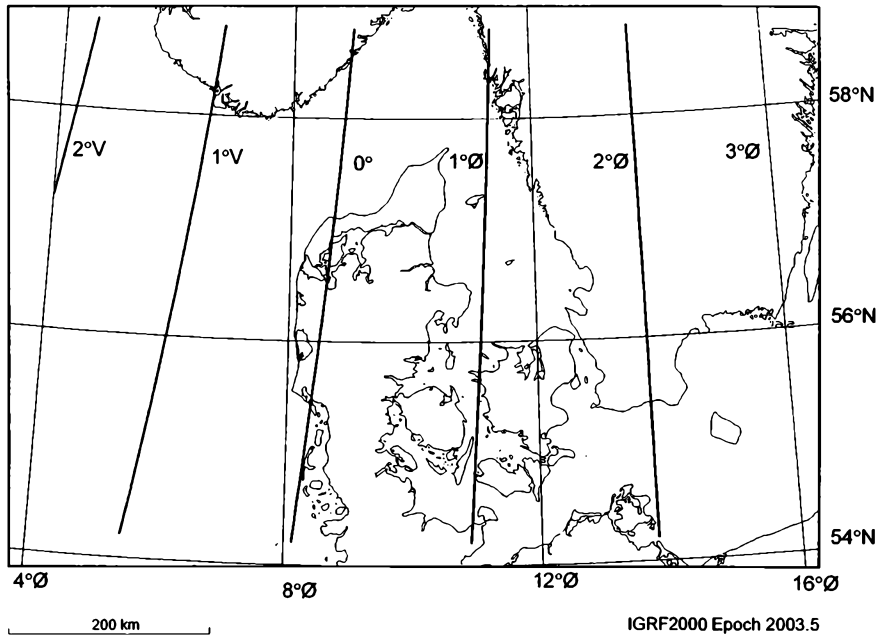
På hosstående figur er vist et kort over Danmark med misvisninger for 2002 baseret på IGRF2000.

Da misvisningen i Danmark ændrer sig omkring $0,1^\circ$ om året vil alle de på kortet viste misvisningskurver (isogoner) forskydes $0,1^\circ$ mod vest hvert år.

Magnetisk misvisning 2006

Kilde DMI

94



Tabel til sammenligning af vindstyrker og vindhastigheder

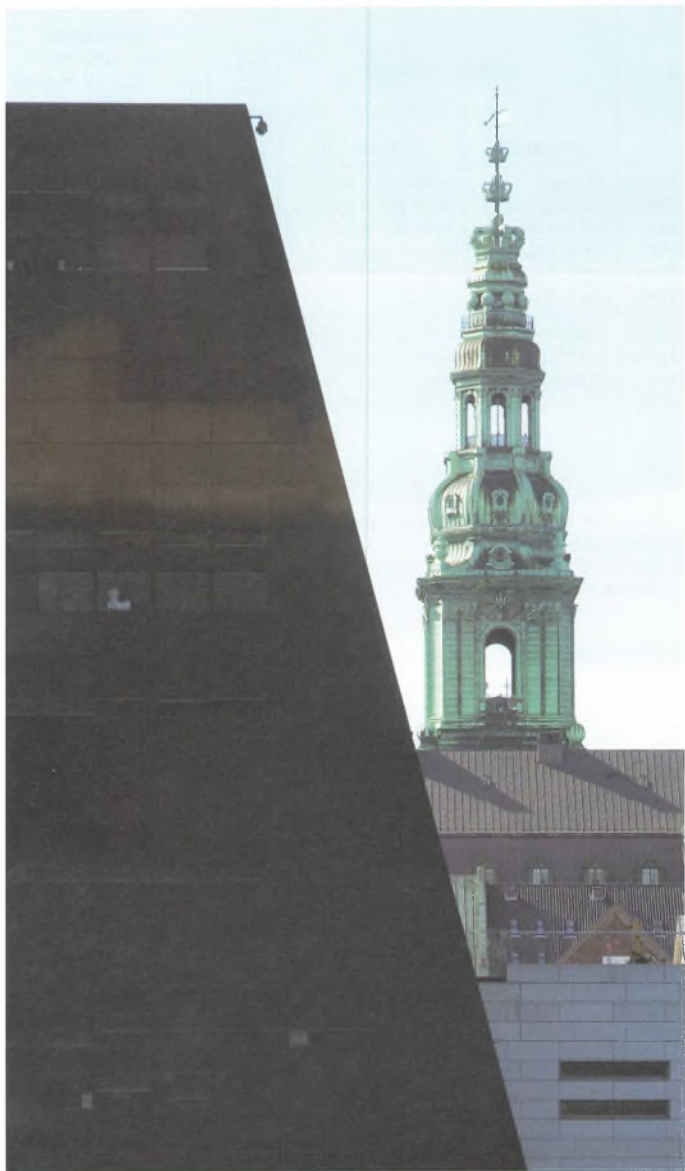
Tilvejebragt af Forsvarets Vejrteneste.

Betegnelse	Vindens virkninger		Beauforts skala	Vindhastighed middel gennem 10 min., målt 10 m over åbent, fladt terræn ^{a)}		
	på land	på åbent hav		knob	m/s	km/t
Stille	Røg stiger lige op	Havet spejlblankt	0	Min- dre end 1	0,0-0,2	Min- dre end 1
Næsten stille	Røgens drift viser netop vindens retning; vindfløje påvirkes ikke	Små fiskeskæl lignende krusninger, men uden skum	1	1-3	0,3-1,5	1-5
Svag vind	Vinden føles i ansigtet; små blade bevæger sig; vimpel løftes; vindfløj (i god stand) viser vindens retning	Ganske korte småbølger, som ikke brydes	2	4-6	1,6-3,3	6-11
Let vind	Blade og små kviste ^{b)} bevæger sig uafbrudt; lette flag og vimpler strækkes	Kraftige småbølger; toppene begynder at brydes, glasagtigt skum	3	7-10	3,4-5,4	12-19
Jævn vind	Støv, løs sne og papir løftes; kviste og mindre grene ^{b)} bevæger sig	Mindre bølger, ret hyppige skumtoppe	4	11-16	5,5-7,9	20-28

Betegnelse	Vindens virkninger		Beauforts skala	Vindhastighed middel gennem 10 min., målt 10 m over åbent, fladt terræn ^a)		
	på land	på åbent hav		knob	m/s	km/t
Frisk vind	Små løvtræer begynder at svaje ^b); toppede småbølger viser sig på damme og søer	Middelstore bølger af langagtig form; mange hvide skumtoppe (muligvis lidt skumsprøjt)	5	17-21	8,0-10,7	29-38
Hård vind	Store grene ^b) bevæger sig; det synger i el-ledningerne	Store bølger; hvide skumtoppe overalt (sandsynligvis skumsprøjt)	6	22-27	10,8-13,8	39-49
Stiv kuling	Større træer bevæger sig; trættende at gå imod vinden	Hvidt skum fra brydende bølger begynder at føres i striber i vindens retning	7	28-33	13,9-17,1	50-61
Hård kuling	Kviste og grene ^b) brækkes af træerne; besværligt at gå imod vinden	Temmelig høje og ret lange bølger; bølgetoppenes kamme begynder at brydes til skumsprøjt, der føres i striber i vindens retning	8	34-40	17,2-20,7	62-74
Stor- mende kuling	Træstammer bevæges stærkt, store grene knækkes af træerne; tagsten kan blæse ned	Høje bølger, tætte skumstriber; bølgetoppene begynder at vælte over; skumsprøjt kan påvirke sigtbarheden	9	41-47	20,8-24,4	75-88
Storm (sjæld- den i det in- dre af lan- det)	Træer rives op med rode; betydelige skader på huse	Meget høje bølger; havets overflade næsten helt hvid; skumsprøjt påvirker sigtbarheden	10	48-55	24,5-28,4	89-102

Betegnelse	Vindens virkninger		Beauforts skala	Vindhastighed middel gennem 10 min., målt 10 m over åbent, fladt terræn ^{a)}		
	på land	på åbent hav		knob	m/s	km/t
Stærk storm (meget sjælden)	Talrige ødelæggende virkninger; for at stå må man holde sig fast	Umådeligt høje søer; havet dækket af hvide skumflager; sigtbarheden forringes	11	56-63	28,5-32,6	103-117
Orkan (overordentlig sjælden)	Voldsomme ødelæggende virkninger	Luften fyldt med skum og sprøjt; sigtbarheden forringes væsentligt	12	64 og derover	32,7 og derover	118 og derover

- a) For visse specielle formål foretages måling over andre, kortere tidsrum og/eller i andre højder.
- b) Gælder for løvklædte træer eller nåltræer; nøgne træer påvirkes ikke på samme måde.



SLOTSHOLMEN – en ø med fokus på magten

Af titl. kulturminister Jytte Hilden
Foto Karsten Bundgaard, Det Kongelige Bibliotek

Prolog

Historiebøgerne giver bisp Absalon æren for i 1167 at grundlægge Havn med en bispesborg på en lille sandholm ud for et bitte fiskeleje. Der var sild, masser af sild, dengang i Øresund, det var datidens rigdom, rigdomme skal man passe på og markedet skal beskyttes før som nu. Siden lykkedes det efter megen turbulens og konkurrence mellem kongemagt og bispeditto Erik af Pommeren at vinde magtkampen.

Han blev kronet i 1420, indførte den forhadte Øresundstold, der skulle jo penge i kassen, og byggede det, der senere blev Københavns Slot. Fra da af er det rigets vigtigste by, ikke til at komme uden om for magtens mænd og kvinder. Herfra regeres der stadig, sådan er det bare. Christian den IV formede byen som en skøn drøm med Holmens Kirke, Rosenborg, Nyboder, Rundetårn og på Slotsholmen den spektakulære bygning Børsen med kanal på begge sider. Det er der ikke mere, Slotsholmsgade blev fyldt op. Frederik den III lod sig hylde på Slotspladsen 18. oktober 1660, nu var det tid til enevælde.

Demokratiet holdt sit indtog med grundloven af 5. juni 1849 under Frederik den VII og hans elskede grevinde Danner. Stolt sidder han og holder sin hest an på Slotspladsen over mottoet "Folkets Kærlighed Min Styrke". Og endelig i 1915 fik kvinder så valgret. I slutningen af 1870'erne blev byen for trang og flyttede uden for voldene. Det Kongelige Bibliotek fik meget mere plads med HOLM – bygningen fra 1906.

Verdens første kvinde i regering blev i 1924 den socialdemokratiske Nina Bang. Undervisningsministeriet lå i Staldmestergården fra 1706, adressen var og er Frederiksholms Kanal. Samfundet ændrer sig, men riget, magten og æren bliver på øen med de 9 broer. Her lovgives, administreres, drømmes, dømmes, festes og protesteres. Magt mødes altid af både jubel, tvivl, intriger og respekt.

Efter år 2000 er byen blevet en international metropol med Kastrup Lufthavn, Øresundsbro, METRO, Amager Strandpark og megavarehuset FIELDS i Ørestaden. Men Slotsholmen er stadig magtens ø værd at gæste med sin bibliotekshave, sine særlige museer, Ridebanen og sine forskelligartede skulpturer f. eks Elizabeth Toubros Byfraktal og Bissens Istedløve på Søren Kierkegaards Plads. På havnefronten ligger den fornemme Diamant, postmodernismen ramte ved århundredeskiftet kulturarven lige i hjertekulen. Bygningen med de skæve vinkler kaster solens stråler frem og tilbage fra væggenes sorte granit til det livgivende vand. Der er vist ikke mange sild i sundet, men her er så meget andet.

Christiansborgs tårn og Diamanten

Diamantens granitsorte vinkel mod Christiansborgs irgrønne spir. Farver spiller en stor rolle på magtens ø med de røde tegl, det hvide marmor, den grå kalksten og politik, der vil noget. Lige om hjørnet ligger Det Jødiske Museum i Slotsholmens ældste bygning Galejhuset, det indre er skabt efter inspiration fra arkitekt Daniel Libeskind. Et stenkast derfra ligger på Ridebanen De Kongelige Stalde, Ridehuset og Hofteatret, der også er Teatermuseum. Det var her, Struensee og Caroline Mathilde en mørk nat dansede deres sidste maskebal. Livlægens besøg blev kort, kun fire år, den 17. januar 1772 blev han tidligt om morgenen arresteret.





Børsen

Et af de mest karakteristiske motiver fra Christian den Fjerdes København er Børsen. Det var muligt at sejle med varer til begge sider, her handledes ting og sager, bøger, krydderier og penge. Spiret med de fire dragehaler er oprindeligt tegnet af en fyrværkeridesigner i 1625, men tårnet var ved at bryde sammen under sin vægt og blev fornyet i 1777. Materialet er pommerisk fyr, beklædt med bly og øverst gyldne kongekroner. Lige overfor ligger Holmens Kirke. Gud, konge, fisk og fædreland inden for monarkens rækkevidde. Fiskerkonen sælger stadig sine fisk på Højbro Plads til turister.

Tjæreborg

Tjæreborg er kælenavn for bygningskomplekset i Slotsholmsgade 12 opført i midten af 1960'erne af arkitekterne Thomas Hanning og Eske Kristensen. Det så oprindeligt sort ud med mørkt kobber, grønsort skiffer og glas i lige linier. Deraf navnet Tjæreborg, kan ske svært at forstå i dag. Men med tiden gik det som arkitekterne ville, bygningskomplekset tager sig fornemt og flaskegrønt ud med kontorer for diverse ministerier. Farveskiftet handler ganske enkelt om kemi og god tid, før det røde kobber med årene i luftens ilt og vand skifter til irgrønt.



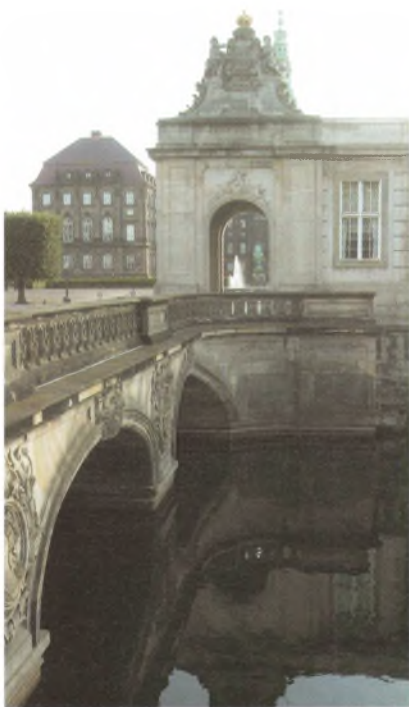
Thorvaldsens Museum

Thorvaldsens Museum fra 1848 er M. G. Bingesbølls værk. Bygningen er en ombygning af en tidligere vognremise, Sonnes frise viser levende den berømte søn, der vender tilbage til sit fædreland. Mod nord motiver med hyldesten, da han kommer hjem til byen, mod syd bæres hans værker i land fra skibet. Selv døde han før færdiggørelsen på sin plads i Det Kongelige Teater og nåede således ikke at se sit livsværk på museum. Han ligger begravet i den indre gård. Kunstneren Axel Salto har fornyet tegneserien i vor tid, hans kunstnerkollega Jørn Larsen har skabt vandskulpturen.



Marmorbroen

Fint skal det være, konger går på marmor, så broen hedder slet og ret Marmorbroen. Skabt til det første Christiansborg i 1745 af arkitekten Nicolai Eigtved. Bro og Ridebane regnes for noget af sin tids fineste arkitektur i rokoko. Den nordlige fløj af det nuværende tredje Christiansborg fra 1918 ses i baggrunden, dets nybarok stil i jernbeton med grå granit beklædte facader signalerer næppe stilen i det demokrati, vi holder så meget af, selvom hvert et sogn i kongeriget dengang gav en lokal sten til det nye parlament. Smuk tanke og det gjorde også byggeriet billigere med de 750 gratis sten. Den nordre fløj huser blandt andet Dronningens Riddersal med Bjørn Nørgaards gobeliner fra 2000. Og statsministeren regerer fra kontorerne i øverste venstre hjørne.



Slotskirken

En mand på to hjul med motor passerer den klassisk smukke slotskirke, bygget af C. F. Hansen til det andet Christiansborg. Det stod færdigt i 1828 og brændte igen i 1884, kun kirken vidner om slottets fordums pragt. Her i Sankt Jørgens Gård ligger også Højesteret. Henne om hjørnet nede i kælderens findes ruinerne med rester af bisp Absalons Borg og Blåtårn fra Københavns Slot. Leonora Christine skrev "Jammersminde", da hun sad fanget her i 22 år. Hun døde til sidst i Maribo i 1698 gammel og stadig stolt.

Epilog

En lystvandring på øen med de mange broer må starte på Knippelsbro. Herfra er der udsigt til havnen, dens blå vand, der kan løbe i begge retninger, de røde tegltage, de grønne spir og Den Sorte Diamant. Her kan man så stå en stund og repetere navnene på alle broerne. I min skoletid skulle vi kunne Bornholms byer udenad ligesom salmevers, kan ske det er gået af mode. Men hvis man bor i hovedstaden, så er bronavne gode at kende.

Rundt med uret er det Christian den IV's Bro, Børsbroen, Holmens Bro, Højbro, Stormbroen, Marmorbroen, Prinsens Bro, Bryghusbroen. De forbinder alle Slotsholmen med København på Sjælland, mens Knippelsbro fører trafik, mennesker, cykler, busser og biler til Christianshavn og lidt længere ude Amager. Det er her metropolen eksploderer i kreativitet just i disse år. Knippelsbro har en lang, herlig og omtumlet historie. Først blev den i 1620 kaldt "Den store Amagerbro". Senere opkaldt efter rådmænd Hans Knip, der i 1633 blev ejer af Brogade 3 på Christianshavn. Han var forpligtet til at betjene broen, sikke en fin tjans.

Nutidens bro stod færdig i 1937 hele 24 meter bred og indviet med pomp og pragt den 17. december samme år, broen var "oppe" 15.000 gange det første år!. I kæmpeværket "KØBENHAVN før, nu – og aldrig" udgivet 1989 fortæller Bo Bramsen vittigt broens historie og dens mangfoldige placeringer i tidens løb frem og tilbage igen, igen og igen hele seks gange. Smuk er den med sine grønne funkis tårne og stærkt trafikeret tillige. Før var det sporvogne og bussernes linie 2, der flittigt kørte over uafbrudt, nu har metron taget sin luns af passagertrafikken fra Kongens Nytorv til Christianshavns Torv.

Turen Slotsholmen rundt begynder her, ned af proptrækkertrappen til Christians Brygge med udsigt til Det Kongelige Bibliotek på begge sider. Først mødes øjet dog af "Fisken" den lave grå bygning, som forsøger at sno sig væk fra Diamanten. Her holder KVINFO, Folkemindesamlingen samt Sprog- og Litteratur Selskabet til. Turen går videre tværs gennem Bibliotekshavens blomsterpragt til Ridebanen, staldene kan være åbne eller endnu bedre, der kan være både gyldne kareter og fuldblodsheste at skue. Museer tager tid, det er godt at give sig tid og så derefter gå stille, varsomt og tankefuld over Marmorbroen, det er som at rykke langt tilbage til rokokotiden og føle sig salig. Al den salighed kan man så skylle ned på Kanalcafeen, der ligger på den anden side af Frederiksholm Kanal eller gå hen til restaurant "søren k" på havnefronten. Her findes både tro, håb, kærlighed og god mad.

Atriet i Diamanten

Det Kongelige Bibliotek klar til en ny æra i september 1999. Kulturchefen tager imod i Den Sorte Diamant. Fotografen var på pletten og tog et billede af forfatteren. Arkitekterne Schmidt, Hammer og Lassen blev i løbet af nul komma fem verdensberømte med denne aparte bygning, som H. C. Andersen ville have elsket og nok digtet et eventyr om. Granitten kommer fra Zimbabwe, skåret i stykker i det nordlige Italien og sidder nu godt fast på bygningen, hver plade vejer 75 kg. Bygningen er konstrueret som en bro. Hver eneste hverdag lyder komponisten Fuzzys elektroniske "musik i skåret" fra 12 højtalere klokken 13.00 dut.



Planeter omkring andre stjerner – er de beboelige?

Af lektor, ph.d. Uffe Graae Jørgensen,
Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet

Livet på Jorden er en helhed. Organismerne har en fælles evolution bag sig, der er årmilliarder lang. Planterne udånder den luft der er nødvendig for dyrenes indånding. Dyrene udånder den luft der er nødvendig for planternes indånding. Jorden selv, med dens atmosfære og dens oceaner, har været stabil over biologiske tidsskalaer; der har været de samme fysiske forhold (f.eks. temperatur, eksistens af flydende vand, osv) gennem årmilliarder. Derfor har livet langsomt kunnet udvikle sig til stadig mere komplekse former gennem evolution. Jordens fauna har påvirket atmosfæren på en sådan måde at faunaen kunne udvikle sig til en højere kompleksitet. Det er ikke oplagt at der findes andre planeter i verdensrummet hvor der har eksisteret en sådan langtidsstabilitet, men det kan også være at der findes milliarder og atter milliarder af planeter i vores egen Mælkevej alene, hvor forholdene er lige som på Jorden. Vi ved det endnu ikke, men udforskningen af exoplaneter – planeter omkring andre stjerner end Solen – har i de sidste ti år taget nogle meget vigtige skridt i retning af et svar.

Flydende vand – en livsnerve

På molekylært plan er vores organisme opbygget af de atomer og molekyler der findes i omgivelserne. Først og fremmest vand. Hovedbestanddelen af alle organismer på Jorden er flydende vand. Ingen celle ville eksistere uden den var indlejret i flydende vand. Mere end 2/3 af vores egen kropsvægt er flydende vand. I solsystemet har vi set evidenser for flydende vand dybt nede under iskappen på jupitermånen Europa, og måske i områder af Mars undergrunden, men derudover kender vi paradoksalt nok kun et eneste sted i universet hvor vand forekommer i flydende form: Jorden. Vandmolekylet er ellers et af de allermost almindelige molekyler i universet. Der er fundamentale kemiske grunde til at det forholder sig sådan. Men stort set alle steder udenfor Jorden, forekommer vandmolekylerne kun som vanddamp eller som is. Aldrig i den livsnødvendige form: flydende. Ingen organisme som vi kender på Jorden ville kunne dannes et sted hvor vand kun fandtes som gas eller is. Derfor er et af de mest centrale spørgsmål i astrobiologi: Findes vand i flydende form andre steder i universet end på vores egen Jord, og i så fald hvor?

Det er vanskeligt at forestille sig flydende vand andre steder end ved overfladen af en fast planet. Helst skal planeten nok være omgivet af en atmosfære (eller måske et islag som på Europa) der kan holde på vandet så det ikke damper ud i rummet. Sådanne planeter må ikke være for langt fra den stjerne de omkredser. Så vil vandet fryse til is. De må heller ikke være for tæt på stjernen. Så vil vandet koge og dampe af. De må heller ikke være for små, så kan deres tyngde ikke holde fast på den omgivende atmosfære. Og de må ikke være for store, for så vil deres tyngde få gas fra rummet til at kollapse ned på overfladen og omdanne dem til gasplaneter, således som det skete for Jupiter og de andre gasplaneter i vores solsystem for årmilliarder siden.

Vi ved at livet har udviklet sig på én planet: Jorden. Vi ville derfor aller helst finde planeter som Jorden omkring andre stjerner, men det er meget vanskeligt. Måske er det endda heller ikke nok at en fremmed planet ligner Jorden. Sandynligvis skal den også befinde sig i omgivelser i rummet der minder om Jordens,

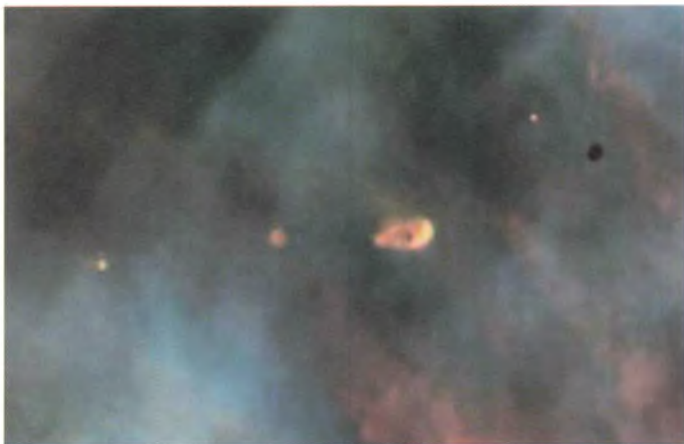


Figur 1: Vand er nok det mest essentielle stof for livet på Jorden. Vi ved imidlertid ikke om Jorden er det eneste himmellegeme i hele Universet hvor flydende vand findes på overfladen - bruser gennem lange floder og danner mægtige oceaner hvor livet har kunnet opstå og udvikle sig. (Foto: David Trood)

for at liv vil kunne dannes og udvikles. F.eks. kunne man meget vel forestille sig at der ikke ville have været liv på Jorden hvis ikke vi havde haft kæmpeplaneten Jupiter i netop Jupiters bane, som jeg skal fortælle om nedenfor. I første omgang ville det derfor være mest interessant (biologisk set) hvis vi kunne finde et fremmed solsystem der lignede vores eget så meget som muligt. Som minimum skal det have en planet med flydende vand ved overfladen.

Solsystemets dannelse

Da solsystemet blev dannet skete det ved at en stor interstellar sky faldt sammen. En del af skyen blev til Solen, og udenom den nydannede sol lå en tid en flad skive af gas og støv. Heri samlede planeterne sig. Inderst inde samlede sten og metalstykker sig til de faste planeter. Længre ude i skyen var det koldere. Her kunne også is fryse sammen i store klumper, og vi fik hurtigt opbygget kæmpeklumper af sten, metal og is. De største blev så store at den omkringliggende gas kollapsede ned på deres overflade, og vi fik dannet de kæmpemæssige gasplaneter Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun. Men nogle af isklumperne blev tilbage som kilometer-store sneboldte. Det er dem vi kender som kometer. I begyndelsen må der have været ca. tusindmilliarder af dem i området mellem Jupiter og Neptun. Men tyngdekraften fra Jupiter slyngede dem ud af solsystemet. I dag ligger de i en kæmpesky rundt om vores solsystem, og kun en sjælden gang imellem forvilder en enkelt eller nogle få sig ind forbi Jorden, og laver et mægtigt skue på himlen når noget af materialet damper af og danner kometsens flotte hale.



Figur 2: Disse kollapsende skyer af solsystemsdimensioner i Orion tågen er det nærmeste vi i dag kommer på billeder af et solsystem under dannelse. (Foto: ESO)

Hvis de milliarder af oprindelige kometer var forblevet inde i solsystemet, ville der havde været så mange af dem at Jorden relativt ofte ville have kollideret med en af dem. Ofte ville kollisionerne havde været så voldsomme at Jordens atmosfære ville være revet af og verdenshavene dampet ud i rummet. Livet ville aldrig havde haft en chance for at udvikle sig på Jorden. Højere livsformer som vi kender dem i dag, f.eks. os selv, er et kludetæppe af milliarder års evolution. Hvis livet hele tiden havde skulle starte forfra pga. ødelæggende kometkollisioner, er det svært at forestille sig livet nogensinde skulle havde udviklet sig til så komplekse former som os selv. De allerældste livsformer indgår endnu som byggesten i de nyere og mere komplicerede livsformer. Vores egen krop er opbygget af 10 gange flere bakterieceller end "menneskeceller". Uden deres eksistens i vores krop ville vi ikke eksistere som et levende væsen. Med rette kunne vi postulere at det jeg kalder "mig", dybest set er et sammenspil mellem disse milliarder af enkeltdele, eller små enkelt-organismer om man vil. Vi er et sammensurium af livsformer der har levet på kloden gennem dens udvikling – en integreret del af klodens evolution. Er det en fuldstændig unik process for vores egen klode, eller sker det igen og igen overalt i universet?

De første fotografier af exoplaneter

Planeter der kredser om andre stjerner end Solen kaldes ekstrasolare planeter, eller exoplaneter. Den mest ligefremme måde vi kunne forestille os at undersøge en exoplanet på, er naturligvis at tage et foto af den. Simpelthen se hvordan den ser ud. Er der lige som på Jorden, eller måske meget anderledes? Efter 10 års meget anstrengende planlægning lykkedes det endelig i 2005 at optage det første foto af en exoplanet. Grunden til at det ikke er så simpelt at fotografere exoplaneter som man måske skulle tro, ligger i to ting: Planeter er umådelige lyssvage

i forhold til de stjerner de kredser om, og deres baner er uhyggeligt små når de ses på stor afstand.

Lad os et øjeblik forestille os at vi rejste f.eks. 230 lysår ud i rummet, landede på en planet magen til Jorden, og så tilbage på vores solsystem. Solen ville være usynlig for det blotte øje, men vi ville sagtens kunne finde den selv med en ganske lille kikkert. Hele solsystemet ville imidlertid fylde mindre end et buesekund på himlen. Det er lige så lidt som en Dansk en-krone set på 5 km afstand. Lad os for sjov skyld forestille os at vi så solsystemet gennem en en-kr. placeret 5 km oppe i luften. Solen ville skinne gennem hullet i midten. Solsystemets yderste planet, Neptun, ville stå lige på randen af en-kronen, men Neptun ville skinne 100 millioner gange svagere end Solen. Selv hvis vi havde bragt verdens bedste kikkerter med os, ville vi ikke have en jordisk chance for at få øje på Neptun. Den ville drukne fuldkommen i lyset fra Solen. At finde Jorden ville være endnu mere håbløst. Den ville være 10 gange svagere end Neptun, og stå 30 gange tættere på Solen. Selv den klareste af planeterne, Jupiter, ville være 10 millioner gange svagere end Solen og stå nær den indre kant af hullet i en-kronen.

Når vi skal tage fotos af exoplaneter, må vi derfor skrue ambitionsniveauet noget ned i forhold til hvad vi gerne vil. At fotografere en jordlignende planet er endnu fuldstændig umuligt, og selv tanken om at opdage noget der ligner nogen planet i vores eget solsystem må vi glemme nogle år endnu. Indtil videre må vi nøjes med at kigge efter planeter der er meget lysstærkere end nogen af planeterne i vores eget solsystem. Samtidig skal de kredse længere fra stjernen end nogen af planeterne i vores solsystem, og stjernen skal være meget lyssvagere end vores egen sol. Selv da vil det være svært, og opgaven har kun været forsøgt på verdens tre førende teleskoper, Europas VLT i Chile, USA's Keck på Hawaii, og Hubble Rumteleskopet. Kun med VLT'en er det endnu lykkedes.



Figur 3: Fra de kæmpemæssige VLT-teleskoper på Paranal bjergtoppen i Chile lykkedes det i 2005 at optage de første fotos af tre prikker der formentlig er de første exoplaneter vi direkte har set. Her testes også udstyr der måske om 15 år vil give os de første beviser for exoplaneter beboet af levende organismer, få lysår herfra. (Foto: ESO)

I standard modellen for planetdannelse, dannes meget store planeter ved at gas i store mængder samler sig i den sky der findes omkring nydannede stjerner. I de første få millioner år, mens gassen stadig styrter ned mod den nydannede planet, vil planeten lyse relativt kraftigt. De grupper der har forsøgt at fotografere exoplaneter, har derfor koncentreret sig om meget unge stjernedannelsesområder, hvor eventuelle kæmpeplaneter stadig ville være under dannelse, og derfor lyse ekstra kraftigt. Samtidig har de ledt efter de svageste stjerner i området. Derved kunne man håbe at finde en svag stjerne omkredset af en lysstærk planet. Inde i teleskopet har man anbragt en lille okkultationsskive, der laver en slags kunstig formørkelse af stjernelyset, så eventuelle planeter vil træde klarer frem. For de to spejlkikkerter på Jorden (VLT og Keck) har man samtidig anvendt en speciel teknik hvor man med små elektromotorer omjusterer spejlets form 100 gange i sekundet for at kompensere for lufturoen over observatoriet, således at man kan få et specielt skarpt billede.

Efter adskillige års eftersøgning har man nu kortlagt nogle af de nærmeste stjernedannelsesområder ned til de svageste stjerner. Derefter har man taget dybe fotografier omkring de aller svageste stjerner. Tæt på 3 af stjernerne har man set en endnu svagere prik som kunne være en planet. Ved at fotografere disse 3 stjerner flere gange gennem et par år, har man kunnet konstatere at de svage prikker er fulgt med stjernerne i rummet. Hver af de 3 stjerner med tilhørende prik er derfor efter al sandsynlighed et sammenhørende system af en svag stjerne og en kæmpeplanet under dannelse.

Opdagelsen af de 3 første planeter man har kunnet fotografere direkte er intet mindre end et teknisk gennembrud. Men alligevel er de kun systemer lige på grænsen af hvad vi egentlig vil tillade os at kalde solsystemer. Den ene stjerne, 2M1207A, er egentlig ikke en rigtig stjerne, men en brun dværg på kun 25 gange Jupiters masse. Den omkredsede planet, 2M1207b, er en kæmpeplanet på ca. 5 gange Jupiters masse. I dette tilfælde er "stjernen" kun 10 gange mere lysstærk end planeten. Afstanden mellem 2M1207A og 2M1207b er 55 gange Jordens baneradius; eller 55 astronomiske enheder som man siger i fagsproget. Det er næsten to gange afstanden mellem Solen og Neptun. Deres dannelse har nok mindet mere om dannelsen af et dobbeltstjernesystem end om dannelsen af vores eget solsystem. De er medlemmer af det kun 8 millioner år gamle stjernedannelsesområde TW Hydrae, 230 lysår herfra (derfor eksemplet ovenfor med hvordan solsystemet ville se ud på 230 lysårs afstand).

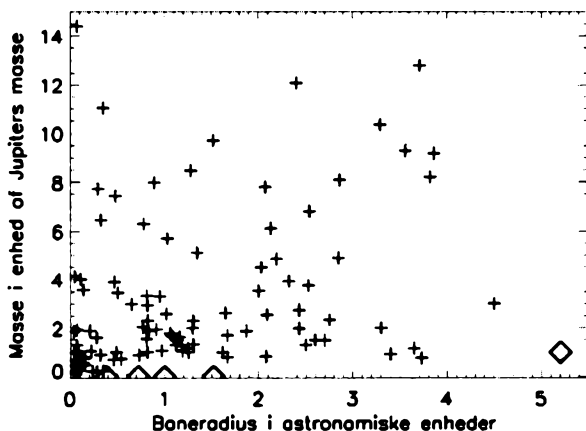
Det andet af de 3 systemer ligger i det 30 millioner år gamle Tucana-Horologium stjernedannelsesområde 150 lysår herfra. Stjernen, AB Pictoris A, er her absolut en regulær stjerne; en såkaldt K2V dværgstjerne. Til gengæld er planeten, AB Pic b, i dette tilfælde kun marginalt en planet. Dens masse er bestemt til et sted mellem 13 og 14 gange Jupiters masse. Formelt regner man objekter med en masse mindre end 13,6 gange Jupiters masse for planeter, og objekter med masse over 13,6 jupitermasser for brune dværge. Afstanden mellem AB Pic A og AB Pic b er 260 AU; dvs. næsten 10 gange større end afstanden mellem Solen og Neptun. Igen er det altså ikke helt tale om planetdannelse i samme forstand som i vores eget solsystem.

Det sidste af de 3 systemer kan være det der minder mest om et solsystem i traditionel forstand. Stjernen GQ Lup er, ligesom AB Pic, en helt regulær stjerne. Men dens meget unge alder af kun 1 million år, gør kalibreringen til teoretiske modeller meget vanskelig, og massen af det omkredsede objekt har derfor kun kunnet estimeres til at være et sted mellem 1 og 42 gange Jupiters masse; altså igen måske en brun dværg og ikke en planet. Det helt store gennembrud i disse

første "måske-planet fotograferinger" er derfor ikke den viden vi (endnu ikke?) har opnået om solsystemers dannelse, men snarere det fantastiske tekniske gennembrud der ligger i at vi (næsten?) har fotograferet planeter omkring andre stjerner. Perspektivet i at fotografere planeter direkte frem for blot at bevise deres eksistens ved indirekte indicier, er at vi kan optage et spektrum af dem. Et spektrum fortæller os hvad atmosfæren består af. En dag vil vi måske have presset teknikken til at kunne observere planeter der minder mere om planeterne i vores eget solsystem. Spektre af disse planeter vil da vise os om deres atmosfærer er i kemisk ligevægt, eller – som vores egen atmosfære – i biologisk ligevægt; altså om der findes en form for liv derude, hundreder af lysår herfra. Indtil videre må vi imidlertid leve med det problem at vi kun er i stand til at fotografere lidt "mærkelige" planeter, og endnu ikke nogle der ligner planeterne i vores eget solsystem.

Er alle exoplaneterne "mærkelige"?

Bortset fra de 3 planeter der nu er fotograferet, kender vi kun til planeter om andre stjerner ud fra deres effekt på den stjerne de kredser om. Langt de fleste af de nu mere end 150 kendte exoplaneter, er opdaget ved den såkaldte radialhastighedsteknik. Metoden og dens mange resultater er beskrevet i detaljer mange steder i den populærvidenskabelige litteratur, f.eks. i referencerne i slutningen af denne artikel. Princippet er at en planet vil få den stjerne den kredser om til at bevæge sig rundt i små cirkler i rummet med samme periode som planetens omløbstid. Cirkelbevægelsens projektion frem og tilbage i forhold til os (dvs. i radial retning) kan måles med stor nøjagtighed, som forskydninger af frekvensen



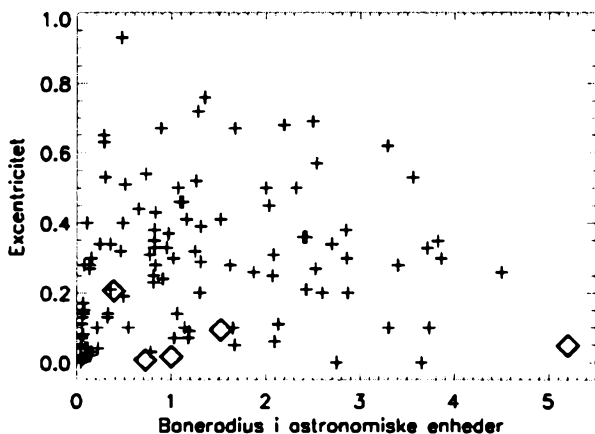
Figur 4: Massen som funktion af banestørrelsen (i enhed jordbanens radius, som også kaldes en astronomisk enhed), for de kendte exoplaneter (krydser). Næsten alle er alt for store og i alt for små baner i forhold til hvad vi skulle forvente ud fra standard teorien for solsystemers dannelse. De fem firkanter viser planeter i vores eget solsystem..

af linjer i stjernes spektrum. Herved kan planetens omløbstid og (en nedre grænse for) dens masse bestemmes.

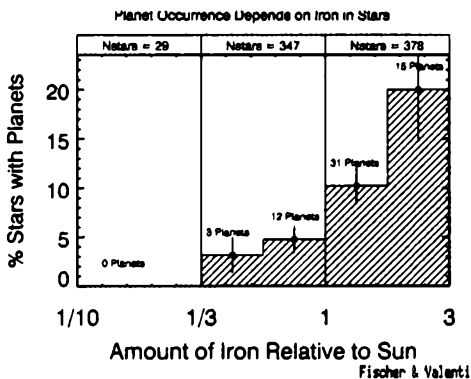
Hovedkonklusionen fra radialhastighedsmålingerne er i dag at ca. 5% af de undersøgte stjerner har planeter der er meget forskellige fra planeterne i vores eget solsystem. De er meget store planeter (typisk nogle gange Jupiters masse) i meget små baner (typisk jordlignende baner). Deres eksistens er i modstrid med standardteorien for solsystemets dannelse. Man skal imidlertid huske på at det kun er 5% af stjernerne der har vist den slags planeter, og at radialhastighedsmetoden kun kan identificere disse "mærkelige" planeter. Vi ved stadig stort set intet om de 95% andre stjerner. Har de planeter ligesom dem i vores eget solsystem? Har de slet ingen planeter? Eller har de en helt anden, endnu ukendt, type af planeter?

I takt med at man har identificeret mange exoplaneter vj. af radialhastighedsmetoden, er det blevet relevant at lave statistiske analyser af deres egenskaber. Et af de interessante resultater af sådanne analyser er, at de primært kredser omkring stjerner med en stor mængde tungere grundstoffer i atmosfæren – stjerner af høj metallicitet som man siger i fagsproget. Et andet vigtigt resultat er at deres baner afviger meget mere fra cirkulær form end planetbanerne i vores solsystem. Faktisk ligner de mere den slags baner som stjernerne i dobbeltstjernesystemer har. I yderste konsekvens kunne det betyde at de exoplaneter vi har været i stand til at finde vj. af radialhastighedsmetoden er dannet på en helt anden måde end planeterne i vores eget solsystem, mere som små stjerner, og derved måske har meget lidt med egentlig planetdannelse at gøre.

Nogle enkelte exoplaneter har kunnet identificeres ved at de er passeret direkte ind mellem os og stjernen. Derved har de formørket stjernens lys en ganske lille smule; lige akkurat nok til at det kan måles. Ved at kombinere sådanne målinger med eksisterende radialhastighedsmålinger er det lykkedes at vise at i det mind-



Figur 5: Excentriciteten som funktion af afstanden for de kendte exoplaneter. Næsten alle planeterne har meget mere excentriske baner end planeterne i vores solsystem, og måske tyder det på to forskellige dannelsesmekanismer.



Figur 6: Jo større mængder tunge grundstoffer som f.eks. jern en stjerne indeholder, jo større er sandsynligheden for at den omkredses af en stor jupiterlignende exoplaneter i en lille jordlignende bane. De fleste exoplaneter man kender kredser om stjerner der er rigere på tunge grundstoffer end vores egen sol.

ste en af exoplaneterne (og formentlig dem alle) virkelig er en gasplanet. Måsefylden af den ene planet der har kunne måles ved begge metoder er beregnet til kun $0,4 \text{ g/cm}^3$. Det er omtrent det halve af Saturns massefylde, der ellers har den laveste blandt planeterne i vores solsystem. Som ventet består den altså ikke af faste klippearter som vores egen Jord, men af gas som Jupiter og Saturn. Det mærkelige ved "de mærkelige exoplaneter" er derfor ikke at de er så store, men at deres baner er så små (og så elliptiske). De er gasplaneter som vi kender dem fra vores eget solsystem (om end noget større end selv Jupiter), men de ligger i "alt for små" baner. I fremtiden vil dedikerede satellitter formentlig kunne opdage mange nye exoplaneter ved at kigge efter dyk i lysstyrken af stjerner når en omkredsende exoplanet passerer hen over stjerneskiven.

Planeter set gennem naturlige forstørrelsesglas i rummet

Den mest velegnede metode til identificering af planeter af samme type som dem i vores eget solsystem, er den såkaldte mikrolinseteknik. Her anvender man at stjerner under ganske bestemte forhold kan fungere som en slags naturlige forstørrelsesglas – som gravitationelle mikrolinser. Hvis der er planeter omkring linse-stjernen, vil det virke som urenheder i en linse – alt vi kigger på gennem linsen vil "se mærkeligt ud".

Mikrolinsetekniken har været kendt siden 1930'erne. I 1993 begyndte man de første eftersøgninger af exoplaneter, men det er først gennem de sidste 3 år at metoden har været udviklet til en sådan effektivitet, at den har kunnet anvendes til at sige noget statistisk om eksistensen af fremmede solsystemer som vores eget.

Alle de stjerner vi ser på himlen er medlemmer af vores egen galakse – Mælkevejen. De roterer ligesom solen (med hele solsystemet) rundt om Mælkevejens centrum. Solen bruger 250 millioner år på en tur rundt, men hver stjerne bevæger sig i sin egen bane, og derfor vil vi se stjernerne bevæge sig lidt i forhold til hin-



Figur 7: Fra det Europiske Syd Observatorium på La Silla bjergtoppen i Chile kan man i dag måle hvis en stjerne bevæger sig frem og tilbage mod os med hastigheder så små som en skildpaddes gang. Herved kan man identificere jupiterlignende exoplaneter i jordlignende baner omkring stjerner lysår ude i rummet. Fra de samme bjergtoppe udfører den Danske kikkert nogle af de mest omfattende mikrolinseobservationer der kendes. De vil kunne afsløre eksistensen af exoplaneter magen til planeterne i vores eget solsystem – eller vise hvis sådanne planeter ikke eksisterer andre steder i Mælkevejen end i vores solsystem. (Foto: ESO)

anden på himlen. Ind imellem vil to stjerner bevæge sig næsten lige bag om hinanden. De vil komme så tæt på hinanden (set fra Jorden) at lyset på sin vej ned til os fra den bagerste stjerne vil bevæge sig gennem den gravitationslinse som den forreste stjerne laver omkring sig. Vi siger at der indtræffer en mikrolinsebegivenhed – altså at de to stjerner bevæger sig så tæt forbi hinanden på himlen, at forgrundsstjernen forstærker lyset fra baggrundsstjernen lige som en linse ville gøre det. Statistisk set vil en typisk stjerne i Mælkevejen deltage i en mikrolinsebegivenhed en gang hver ca. 1 million år. Da der er uhyre mange stjerner på himlen, vil der altid være et antal stjerner der er på vej tæt nok om bag hinanden. Typisk identificerer man i dag 500 til 600 nye mikrolinsebegivenheder om året, men det er kun et fåtal af dem der er velegnet for planeteftersøgning.

Under passagen vil tyngdefeltet fra forgrundsstjernen virke som et "forstørrelsesglas", en gravitationslinse, for lyset fra baggrundsstjernen. Mens de to stjerner nærmer sig hinanden på himlen, er det som baggrundsstjernen bevæger sig ind under et forstørrelsesglas. Lyset fra baggrundsstjernen bliver kraftigere og kraftigere jo tættere lyset skal passere forbi forgrundsstjernen på sit vej ned til os.

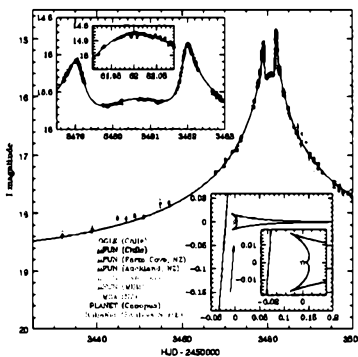
Når de to stjerner efter noget tid igen fjerner sig fra hinanden, vil lyset fra baggrundsstjerner så atter aftage til sit normale niveau.

For at lyset skal forstærkes skal de to stjerner være så tæt ved hinanden på himlen at de selv i de bedste kikkerter ses som kun et objekt. I praksis vil det derfor se ud som om en enkelt stjerne i løbet af nogle uger, begynder at lyse kraftigere og kraftigere, for derefter igen at falde tilbage til sin normale lysstyrke. Hvis forgrundsstjernen, altså linsen, er en enlig stjerne, vil lysstyrken af systemet aftage på samme måde som det voksede. Tyngdefeltet er symmetrisk, og tyngdelinsen (gravitationslinsen) virker som en perfekt slebet (symmetrisk) linse. Hvis derimod forgrundsstjernen omkredses af en planet, vil tyngdefeltet være asymmetrisk – der vil være "fejl i linsen". Lysvariationen vil derfor også være asymmetrisk; altså ikke aftage på nøjagtig samme måde som det voksede. Præcis hvordan asymmetrien i lysvariationen vil se ud, som funktion af tiden, er en meget kompliceret funktion af stjernens og planetens indbyrdes masseforhold og afstand. Nøjagtig analyse af lysstyrkevariationen afslører derfor ikke alene om forgrundsstjernen omkredses af en planet, men også præcis hvilken type planet og i hvilken afstand fra stjernen. Metoden er mest følsom for jupiterlignende planeter i jupiterlignende baner, men den er i princippet også følsom for jordlignende planeter i jordlignende baner.

Typisk vil en jupiterlignende planet give anledning til en forstyrrelse i lysstyrken der varer et døgn, mens en jordlignende planet vil lave en asymmetri af måske en times varighed. Da man selv sagt ikke på forhånd kan vide hvornår en baggrundsstjerne eventuelt glider bag om det område hvor planetens tyngdefelt spiller en rolle, må man nødvendigvis kigge på mikrolinsen hele tiden, for at være sikker på at se effekten af en eventuel planet. Den Danske kikkert på La Silla i Chile indgår derfor i disse år i et større internationalt samarbejde hvor flere teleskoper i Sydamerika, Sydafrika og Australien samarbejder om at følge en række mikrolinsbegivenheder, således at teleskopene tager over efter hinanden i flere dage i træk mens Jorden roterer, og bestemte objekter således bliver synlige fra klodens skiftende natside.

I skrivende stund har man identificeret 3 linsestjerner med planeter. Figur 8 viser det tydeligste af de tre. Kun den første af de tre fundne planeter er fær-

Figur 8: Det hidtil mest tydelige mikrolinsesignal af en exoplanet. Kurven viser hvordan lyset af en stjerne nær Mælkevejens centrum forstærkes over en periode af 2 måneder mens den passerer bagom en linse-stjerne. Linsen er en stjerne 3000 lysår herfra som har ca. halvdelen af Solens masse. De to tydelig adskilte toppe viser at linsen omkredses af en jupiterlignende exoplanet i en bane som Mars'. Indsættet i øverste venstre hjørne viser de to toppe i detaljer, mens indsættet nederst til højre i figuren illustrerer hvordan de to stjerner har passeret hinanden på himlen.



diganalyseret, og den var forbavsende nok en planet af samme type som dem man har fundet med radialhastighedsmetoden, dvs. en jupiterlignende planet i en jordlignende bane. Det er forbavsende fordi mikrolinsemetoden ikke er specielt følsom for denne type planeter, men netop er mere følsom for planeter som dem i vores eget solsystem, f.eks. en jupiterlignende planet i en jupiterlignende bane. De to andre planeter er endnu ikke karakteriseret i detaljer, men alt tyder på at den ene af dem er en neptunlignende planet i en neptunlignende bane. Det vil i så fald være første gang nogen sinde man har identificeret en exoplanet af samme type som en af planeterne i vores eget solsystem. Alligevel er det vigtigste resultat af mikrolinsestudierne til dato nok, at den overvejende del af linsestjernerne har et symmetrisk tyngdefelt. De fleste stjerner omkredses altså ikke af planeter. Gasplaneter som dem i vores eget solsystem i de baner som standard teorien forudsiger dem, findes maksimal omkring nogle få procent af mælkevejens stjerner, ifølge de foreløbige resultater fra eksisterende mikrolinseeftersøgninger.

Satellitter og fremtidsvisioner

De kommende 10 år vil se forberedelserne og opsendelsen af en række storblåede satellitprojekter der yderligere vil revolutionere vores forståelse af exoplaneter. Blandt dem er det Europæiske Darwin projekt. Det er ikke en enlig satellit, men en hel flåde af mellem 3 og 6 rumteleskoper på størrelse med Hubble Rumteleskopet. Formationen skal placeres 1,5 million km over Jorden, med en nøjagtighed på mindre end en cm. Heroppe, i det såkaldte andet Lagrange punkt, vil teleskoperne holdes kølet ned til de -265 grader der er nødvendige for at de skal kunne måle det infrarøde lys fra jordlignende planeter i kredsløb om sollignende (og koldere) stjerner, ud til en afstand af næsten 100 lysår. Satellitterne er egentlig i kredsløb om Solen, og ikke Jorden. Teleskoperne vil hele tiden have både Solen, Jorden og Månen "bag sig", mens deres bane om Solen langsomt drejer deres udsyn til alle retninger af universet efterhånden som året går.

Udover de 3 (eller 6) rumteleskoper, flyver to modtagersatellitter med i formationen. Deres rolle er at samle signalerne fra teleskoperne og sende dem tilbage til Jorden. Ved at indjustere den relative afstand mellem teleskoperne og modtagersatellitten med en nøjagtighed på en brøkdel af en millimeter, kan man opnå at lyset fra den stjerne man kigger på næsten slukkes, samtidig med at eventuelle planeter i kredsløb om stjernen forbliver lysende. Det er den såkaldte nulling teknik, eller interferens teknik. Hvis teknikken kommer til at fungere som teorien forudsiger, vil man være i stand til at formindske styrken af det modtagende stjernelys en million gange, hvorved man vil kunne se det endnu svagere lys fra eventuelle jordlignende planeter "lige ved siden af stjernen". På det Europæiske Syd Observatorium i Chile tester man for øjeblikket en jordisk version af Darwin interferometeret på de kæmpemæssige VLT teleskoper. Det er det såkaldte Ground-based European Nulling Interferometer Experiment, med hvilket man måske fra Jorden vil blive i stand til at fotografere kæmpeplaneter, som Jupiter, omkring nogle af de aller nærmeste stjerner. Samtidig klagøres kopier af præcisionsstyringen af Darwin teleskoperne for test på den Europæiske SMART-2 satellit der efter planen skal opsendes allerede i 2007.

Hvis alle forberedelserne lykkes og Darwin teleskoperne kommer vellykket ud i kredsløb, en gang hen imod 2015 eller 2020, vil man kunne finde et sted mellem 1 og 100 jordlignende planeter omkring et par hundrede af de nærmeste stjerner – alt afhængigt af om jordlignende planeter er almindelige eller sjældne vedhæng til stjerner. Det er her der formentlig er flydende vand. Dermed er det også vores



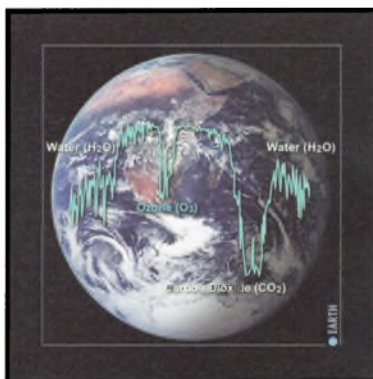
Figur 9: En kunstners opfattelse af hvordan det kunne tage sig ud når Darwins 6 teleskoper og transmissionssatellitter er bragt i kredsløb 1,5 million km over Jorden.

hidtil bedste bud på hvor vores nærmeste levende naboer i rummet måske befinder sig. Ud over at kunne fotografere planeterne – som en enkelt lille lysprik – er Darwin teleskoperne derfor også designet til at kunne give et kvalificeret bud på om der er liv på overfladen af de små planeter.

Sammenligner man det nær-infrarøde spektrum (fra 7 til 17 mikrometers bølgelængde) af Venus, Mars og Jorden, vil man se at Venus og Mars har et eneste spektralt bånd. Det er fingeraftrykket af kuldioxid. Sådant så Jordens spektrum formentlig også ud inden livet opstod på vores planet. Hvis Darwin ser dette bånd i spektret fra de planeter den forhåbentlig opdager, så er det et klart bevis på at planeterne har en atmosfære.

Et spektrum af Jorden viser imidlertid hele 4 markante bånd i det område hvor et spektrum af Mars eller Venus kun afslører kuldioxid. De 3 andre bånd er fra ozon og vanddamp. Båndene fra vanddamp viser os at der er flydende vand ved Jordens overflade. Noget af Jordens flydende vand vil til stadighed findes som vanddamp i atmosfæren, inden det falder ned igen som regn. Det spektrale bånd fra ozon viser os at ilt hele tiden pumpes ud i atmosfæren. Jordens atmosfære er ikke i kemisk ligevægt. Den er i biologisk ligevægt. Hvis de levende organismer på Jorden forsvandt, ville iltten (og dermed ozonen) i løbet af få tusinde år gå i forbindelse med overfladematerialet og forsvinde fra atmosfæren.

Hvis Darwin finder et spektrum af ozon, vand og kuldioxid, lever der derfor formentlig iltproducerende organismer på en vandig overflade af den planet Darwin har i kikkerten. Det er her vi skal sende radiosignaler ud og bede til at planeten ikke kun er befolket med bregner og cyanobakterier. Men en af de mest fascinerende ting ved den slags virkelig grænseflyttende projekter er jo nok at vi hverken får et spektrum af kuldioxid eller et kombineret med vand og ozon. Sandsynligvis ser vi noget helt tredje og uventet, som vil holde sindene i kog en del år frem, inden jordboerne bliver enige om hvor vidt det nu betyder at begrebet



Figur 10: Jordens atmosfære er i kemisk uligevægt, men biologisk ligevægt. Et Darwinlignende teleskop ville fra næsten 100 lysårs afstand kunne se at der er liv på Jorden.

liv er en illusion vi selv har opfundet eller vi bare skulle havde prøvet noget andet end nullig interferometri.

Uddybende populærvidenskabelig litteratur om emnet:

B. R. Jørgensen og U. G. Jørgensen (red.), Videnskaben eller Gud?, 3. udg., DR Multimedie 2005.

U. G. Jørgensen, Aktuel Astronomi, forår 2004, nr. 2, side 16-19.

U. G. Jørgensen, Kvant, 15. årgang, november 2004, side 8-14.

<http://www.obspm.fr/encycl/encycl.html> og <http://www.exoplanets.org> (om exoplaneter).

<http://ast.star.rl.ac.uk/darwin/links.html> (nyttig oversigt over hjemmesider om Darwin, exoplaneter, liv i universet og meget andet).

<http://sci.esa.int> (ESA's hjemmeside om Darwin og andre rummissioner).

<http://planet.iap.fr> (om exoplaneter og mikrolinser).

Efter afslutningen af redaktionen blev den første jordlignende exoplanet opdaget fra den Danske kikkert på La Silla.

Det er den første og eneste exoplanet vi kender som er i overensstemmelse med standardmodellen for solsystemets dannelse, og meget tyder på at den er "toppen af et isbjerg af jordlignende exoplaneter" som vil blive identificeret i de kommende år v.hj. af mikrolinse-metoden.

Hvad nu HVIS der findes intelligent liv på andre planeter?

Et teologisk tankeeksperiment

Professor i systematisk teologi, Niels Henrik Gregersen,
Københavns Universitet

Denne lille artikel vil dreje sig om to sammenhængende spørgsmål. For det første: Hvad er de principielle muligheder for, at naturvidenskaberne i fremtiden vil kunne finde spor af liv – måske endda følsomt og bevidst liv - på andre planeter end Jorden? For det andet: Hvordan kan man religiøst forholde sig til muligheden for intelligent liv andetsteds i universet? Ville det være en trussel eller en chance? Ville livet her på Jorden blive tømt for mening, fordi vort eget liv blot bliver ét eksempel på liv blandt andre? Eller ville livet her på Jorden omvendt opleves som endnu mere meningsfuldt, end det allerede er, fordi vi i så fald ikke er alene i universet?

Som man kan se, er spørgsmålstegnene mange. I det følgende vil jeg derfor gennemgå en række tankeeksperiment. Dem må man gerne smile ad undervejs. Alligevel håber jeg at vise, hvorfor tankeeksperiment er uomgængelige i videnskab, filosofi og teologi.

Men lad mig blot gå til bekendelse og sige, at det for mig at se ville være en meget attraktiv tanke, hvis det en dag skulle vise sig, at vi lever i et *biologisk univers*, dvs. i et univers fyldt med liv, følsomhed og intelligens. Det ville dog være ulige mere spændende, end hvis det omgivende univers blot var dødt, koldt og dumt – lige bortset fra Jordens overflade. Opdagelsen af liv og bevidsthed andetsteds ville give ny betydning til den religiøse intuition af Guds storhed og generøsitet. Men samtidig ville det kunne medføre en ny ydmyghed blandt verdens religioner og inden for humanismen. Vel at mærke uden at mennesket og dets religiøsitet ville blive ydmyget.

Derfor tankeeksperiment!

Vi kommer ikke uden om at gøre os tankeeksperiment. Det gør vi for eksempel, når vi »efferrationaliserer« og tænker over, hvad vi egentlig skulle have sagt og gjort i denne og hin situation. Det gør vi, når vi i løbet af dagen »dagdrømmer«. Og det gør vi, når vi lægger planer for fremtiden.

Mange er tilbøjelige til at opfatte den slags gøremål som en smule underlødige og på kant med fornøften. Men tænker man nærmere over det, så er kulturlivet fyldt med den slags aktiviteter. Går vi ind i en boghandel, vil langt over halvdelen af litteraturen være såkaldt skønlitteratur. Her lever vi os ind i personer, som aldrig har eksisteret. Hvordan var det egentlig at være Ulysses i Dublin d. 16. juni 1904? Dét handler James Joyces berømte roman om. Og hvad sker der, hvis vi sætter ord sammen på en ny måde? Dét afprøves i lyrikken. Endda noget så jordnært som kagebøger handler slet ikke om den mad, som vi faktisk spiser, men om hvilken mad vi *kunne* spise - hvis vi ellers gjorde os lidt mere umage.

Også en meget stor del af universitetets virksomhed handler om tankeeksperiment. Det gælder således for det meste af humaniora - fra filosofi til de æstetiske fag. Men også de hårdere dele af samfundsvidenskaberne såsom sociologi og økonomi laver modeller for, hvad der *ville* ske, hvis vi for eksempel begynder at nedlægge velfærdssamfundet eller nedsætter renten. Også de tekniske univer-

siteter handler om nye måder at gøre ting på - med tilhørende risiko-analyser. Alt sammen kontrollerede tankeeksperimenter.

Hvad så med naturvidenskaberne? Drejer det sig i det mindste ikke hér om den rå virkelighed? Nej, så enkelt er det faktisk ikke. Alle eksperimenter - fra fysik til fysiologi - drejer sig om at underlægge naturens processer en række eksterne betingelser, som gør det muligt for os at undersøge fysiske eller kemiske reaktioner under helt specielle - og for så vidt unaturlige - forudsætninger. Men førend vi kan lave sådanne laboratorieeksperimenter, bliver vi nødt til at foretage en række tankeeksperimenter. Forskerne opstiller således tankemæssige hypoteser for, hvad der vil ske under de og de omstændigheder.

Det videnskabelige tankeeksperiment: SETL og SETI

Tankeeksperimenter er altså ikke til at komme uden om. Og hvis nogen på forhånd anser tanken om intelligent liv uden for Jorden for uvidenskabelig pjank, vil jeg blot minde om, at Cambridge University Press siden 2002 har udgivet *International Journal of Astrobiology*, der drejer sig om de teoretiske muligheder for liv på andre planeter. Udforskningen af rummet med henblik på ekstra-terrestrielt liv (SETL eller Search for Extra-Terrestrial Life) er for længst blevet normalvidenskab.

Den tilsvarende søgen efter intelligent liv er et langt mere ambitiøst projekt. Ikke kun fordi bevidsthed er langt mere sjældent end liv, men også fordi det er højst usandsynligt, at der findes intelligent liv i vort solsystem. Alligevel har det amerikanske rumforskningsinstitut NASA siden 1992 haft forskningsprogrammet SETI, Search for Extra-Terrestrial Intelligence. Metoden består her i med radarer at scanne de elektromagnetiske radiobølger med henblik på at afkode dem for specielle signaler. Modtager man fx et signal, der kan tolkes som rækken af primtal (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29...), så ville et sådant signal kunne tyde på intelligente væsener, som har matematisk kompetence. I hvert fald kunne signalet dårligt forstås som rent tilfældig »noise« eller som udslag af naturlige lov-mæssigheder.

Astrobiologien rummer mange åbne spørgsmål og en detaljeret viden, som kun eksperterne besidder. Som teolog og forsker i området mellem religion og naturvidenskab kan jeg kun opregne de almene betingelser for tilblivelsen af liv på andre planeter. Vi kan begynde med at gå ud fra følgende faktum:

(1) Der eksisterer (med sikkerhed) astrobiologisk liv.

– nemlig hos os selv på planeten Jorden, der bevæger sig rundt om en bestemt stjerne: Solen.

Det historiske faktum, at der har eksisteret selv-reproducerende livsformer på Jorden i ca. 3,8 milliarder år – allerede ca. 700 millioner år efter planetens dannelse – kunne i sig selv tyde på, at vejen fra uorganisk kemi til organisk liv er foregået ved en naturlig proces. Jorden har med andre ord »af sig selv« skabt liv gennem kombinationen af de kemiske elementers evne til at syntetisere sig, når de rette temperaturmæssige og atmosfæriske forhold er til stede. Biokemien kan ganske vist endnu ikke beskrive vejen fra ikke-liv til liv med sikkerhed, men en række af de vigtigste biokemiske processer er allerede klarlagt. Det gælder for eksempel (a) fremkomsten af beskyttende nicher og templater, der bygger på kulstof (det eneste grundstof i det kemiske system, der kan bære liv), (b) selvorganiserende kemiske enheder (autokatalytiske netværker), (c) dannelsen af klorofyl (der er afgørende for fotosyntesen), samt (d) det forhold, at RNA både kan fun-

gere som enzymer og som informationsbærere i forbindelse med DNA. Som sagt er den kemiske rute fra protobiologi til biologi endnu ikke klarlagt, men der er videnskabeligt grundlag for at hævde følgende hypotese:

- (2) *Biokemisk set opstår biologisk liv (med meget stor sandsynlighed) spontant af ikke-levende kemiske processer, givet de rette vilkår og tilstrækkelig tid.*

Herudfra kan astrobiologien så gøre sig to typer af tankeeksperimenter. Den ene vej er at foretage »vilde tankeeksperimenter«. Man kunne jo begynde at spekulere over, om der kunne findes andre grundstoffer end *kulstof*, der kunne danne basis for tilblivelsen af liv. Hvad om den nærmeste kandidat i det kemiske system, *silikon*, kunne danne basis for tilblivelsen af liv? Foreløbig tyder alt dog på, at dette ikke kan lade sig gøre. Silikon danner et godt grundlag for computerchips, men ikke for biologisk liv. Biogenesen synes afhængig af kulstoffet, som kun dannes gennem eksplosioner af anden-generationsstjerner ved ekstremt høje temperaturer. Universet er med andre ord nødt til at være meget stort, hvis der skal dannes kulstof og andre forudsætninger for liv.

Men kunne også – endnu vildere! – begynde at spekulere på, om der andre steder i universet dannes andre grundstoffer end dem, som vi kender fra det periodiske system i kemien. Dette er dog ren spekulation og kan næppe nogensinde afprøves eksperimentelt.

Den anden vej for astrobiologien er at foretage mere kontrollerede tankeeksperimenter. Man kan således forestille sig følgende videnskabelige hypotese:

- (3) *Livet har udviklet sig spontant på alle de planeter i universets mange galakser, som dels har en lignende kemisk sammensætning som Jorden og dels har en temperatur og atmosfære, der ligner den, som Jorden havde for ca. 3,8 milliarder år siden.*

Dette er en hypotese, der principielt lader sig efterprøve, selvom tesen næppe lader sig teste inden for de næste tiår. Dog vil for eksempel Mars-ekspeditionerne kunne fortælle, om der er eller har været (primitivt) liv på Mars. Sandsynligvis er Mars i dag både for varm, tør og iltfattig til, at det kan lade sig gøre. Men Mars kan tidligere have haft andre vilkår og der kunne fortsat findes lommer af liv nede i Mars overflade, hvor livsformer, der ikke behøver ilt, kunne overleve.

Hvis vi faktisk finder liv på Mars, vil dette styrke om end ikke bevise hypotesen om, at vi lever i et biologisk univers. Når der ikke er tale om noget bevis, skyldes det, at man ikke kan slutte fra »liv på Jorden og Mars« til »liv utallige steder i universet«, og at man ikke kan udelukke den mulighed, at livet er opstået enten på Jorden eller på Mars som en éngangsbegivenhed – og derefter er blevet transporteret via meteoritter mellem de to planeter.

Den anden mulighed for efterprøvelse ligger i den teoretiske astrobiologi. Her forsøger man på at identificere planeter, som har en lignende struktur som Jorden – uanset om planeterne ligger så langt væk, at det anses for urealistisk, at menneskeheden nogensinde vil kunne rejse dertil. De nærmeste stjerner, der har en fysisk struktur, der ligner Solens, ligger således mange tusinde lysår væk. Men gennem mere effektive rum-teleskoper og bedre analysemetoder håber man at kunne nærme sig en afklaring af disse muligheder engang i fremtiden.

Udforskningen af liv på planeter er således kun lige begyndt. Så sent som i 1995 har man konstateret en planet omkring den sollignende stjerne 51 Pegasi. Der vil i fremtiden blive identificeret utallige andre kandidater af potentielt livsbærende planeter. Hovedparten af disse planeter vil være ældre end Jorden, hvad



Meteoritten AHL84001, som NASA i 1996 hævdede kom fra Mars, og tydede på fossiliserede livsformer. Det er bestemt ikke givet, at der er tale om fossiliseret liv. Er der tale om science fiction eller science facton? (Foto: NASA)

der giver muligheder for længere evolutionsforløb og højerestående civilisationsformer.

Vi kommer nu til det næste skridt i tankeeksperimentet. Vi kunne nemlig fremsætte følgende langt mere vidtrækkende hypotese:

(4) *De steder i universet, hvor livet har udviklet sig naturligt, vil der (med en sandsynlighed) også opstå intelligent liv på basis af ikke-intelligent liv – givet tilstrækkelig tid og de rette betingelser (som vi allerede kender fra Jordens evolution).*

Her er vi ude på dybere vand, eftersom videnskaben indtil videre ikke har kunnet identificere de biokemiske ruter, som fører til dannelsen af et centralnervesystem med dertil hørende hjernefunktioner. Derfor kender vi ikke sandsynlighederne for, at der dannes følsomt og intelligent liv gennem evolutionsprocesser. Bevidsthedens funktioner og deres basis i neurale processer kan ganske vist beskrives som »emergente« processer, der spontant danner sig i forlængelse af neurale systemer. Men vejen frem til dannelsen af centralnervesystemer kendes (endnu?) ikke.

Alligevel er fremkomsten af intelligent liv ikke noget, der principielt falder uden for en videnskabelig forklaringsramme. Man kunne jo atter engang starte med dét eksperiment for intelligent liv, som én gang har fundet sted på Jorden gennem de sidste 200 millioner år:

(5) *Der eksisterer (med sikkerhed) et mangfoldigt biologisk liv på Jorden, som rent faktisk har ført til dannelsen af forskellige former for følsomt og intelligent liv.*

Vi mennesker er som bekendt ikke de eneste intelligensvæsener på Jorden, om end vi er de eneste, der lader til at have udviklet en selv-refleksiv kultur. Men vi er kun én art blandt mange andre pattedyrsarter, som er udstyrede med intelligens i betydningen: følsomhed over for lyst og smerte, evne til indlæring og hukom-

melse, samt evne til at forudse fremtidige tilstande. En form for moralsk bevidsthed – forstået som sans for intimitet, socialitet og gensidig hjælp – finder man hos menneskeaber, delfiner, elefanter og hunde, for blot at nævne nogle få eksempler.

Det er altså allerede et faktum, at vi som *homo sapiens* ikke er alene i universet med vores bevidsthed! Hertil kunne man så naturligvis indvende, at de nævnte eksempler alle er hentet fra pattedyrenes udvikling. Det er sandt nok. Men også dyr, som evolutionært set er meget fjernstående fra os og som har en helt anden byggeplan end både krybdyr og pattedyr som fx blæksprutter, har udviklet både et centralnervesystem og øjne, der er opbyggede ligesom pattedyrenes. Der er ingen grund til at tro, at disse dyr ikke også kan mærke smerte og føle tilfredshed og udvise andre former for intelligens.

Flere evolutionsbiologer taler her om *evolutionær konvergens*, dvs. om en almen tendens – ad forskellige biokemiske kanaler – frem mod en udforskning af det økologiske rum (gennem sanseapparatet) og frem mod en evne til en fleksibel håndtering af omverdenens mange krav (gennem nervesystemer). Det er almindelig neo-darwinistisk visdom, at *hvis* en organisme er så heldig at udvikle intelligens, så er dette – alt andet lige – en fordel i det evolutionære kapløb om selvreproduktion. Men *hvis* evolutionen dertil også udviser en høj grad af *konvergens* hen imod intelligent liv, så styrker dette antagelsen af, at der vil dannes bevidsthed andre steder i universet, hvor der dannes liv:

(6) *Det faktum, at livet her på Jorden udviser en evolutionær konvergens hen imod udviklingen af mangfoldige former for følsomt og bevidst liv forhøjer chancerne for, at der findes intelligent liv på Jord-lignende planeter andre steder i universet.*

Det åbne spørgsmål er så, hvor specielle de fysisk-kemiske forudsætninger skal være, for at der faktisk kan dannes liv (og bevidsthed) andre steder i universet. Kort fortalt véd vi det ikke. Det er klart, at *hvis* fremkomsten af intelligent liv skyldes fuldstændig unikke betingelser på planeten Jorden, så kan man ikke drage slutninger fra fremkomsten af liv og bevidsthed på Jorden til fremkomsten af liv og bevidsthed andre steder i universet. Der findes faktisk naturvidenskabsfolk, der har hævdet dette, blandt andet den franske molekylærbiolog Jacques Monod i hans lille bog *Tilfældigheden og nødvendigheden* (dansk oversættelse 1970). Imidlertid strider forestillingen om »100 % unikke betingelser« imod videnskabelig common sense og vil svare til, at livets og bevidsthedens opkomst forklares enten som en analogiløs tilfældighed eller som et guddommeligt éngangs-mirakel. Der er blandt dagens biokemikere en helt overvejende enighed om, at materien favoriserer opkomsten af liv og bevidsthed under de rette naturlige betingelser. Universet er med andre ord principielt beboeligt. Vi véd blot ikke, *hvor stor* beboeligheden er. Alligevel kan vi formulere følgende model for de principielle chancer for bevidsthedens opkomst:

(7) *Jo snævrere de biokemiske opkomstbetingelser for det bevidste liv er i det små, desto mindre er sandsynlighederne for at finde beboelige egne for liv og bevidsthed i det store. Og omvendt: Jo bredere de biokemiske kanaler er for opkomsten af liv og bevidsthed, desto større er chancerne for udviklingen af bevidst liv i universet i øvrigt.*

Hvis vi nu – i et nyt tankeeksperiment – forestiller os, at livet kun udvikler sig under ganske særlige betingelser (og at universet som helhed derfor kun har en meget ringe grad af beboelighed), så bliver det tilsvarende afgørende at vide, hvor stort universet er. For dermed kan vi danne os et skøn over, hvor mange

himmelleger kunne siges at vidne om Guds storhed, må man konstatere, at de er tavse med hensyn til en Messias. I slutningen af 1700-tallet hævdede deisten Thomas Paine derfor, at eksistensen af liv overalt i universet er uforenelig med kristendommen. I sin fundamentale kritik af kristendommen vendte Paine sig særligt imod den idé, at Guds hjerte er blevet så bevæget af menneskehedens synd, at »den almægtige Gud, som havde millioner af verdener at tage sig af, skulle forlade omsorgen for alle de andre verdener og ankomme for at dø i vores verden, fordi – som de siger – én mand og én kvinde havde spist et æble«. Lige så tåbeligt var det, hvis de kristne omvendt skulle mene, at enhver verden har haft »én Eva, ét æble, én slange og én forløser«. For som Paine skriver, så skulle Gud og hans Søn »ikke have andet at bestille end at rejse fra verden til verden, i en endeløs succession af død, uden knap nok at have tid til at leve indimellem« (*The Age of Reason*, 1793, s. 710).

Dette er en ganske morsom og intelligent kritik af den koncentration om synd og frelse, som prægede samtidens kristendom. Og uanset al karikatur rejser Paine det berettigede spørgsmål, hvordan i alverden de mange solsystemers liv kan rime med troen på Guds inkarnation her på Jorden, endda i skikkelse af et bestemt menneske. At Gud er blevet kød og har taget bolig i menneskenes verden hjælper vel hverken Marsmanden eller intelligensvæsener på fjerne steder i rummet.

For at opsummere: Selve tilstedeværelsen af liv og bevidsthed på andre kloder lader sig nemt bringe i samklang med en jødisk-kristen skabelsesteologi, eftersom skabelsestanken er født universel i sit udblik. Derimod kan man spørge, om ikke udviklingen af ikke-menneskelige civilisationer – muligvis endda mere højtstående - ville udgøre en reel udfordring for kristendommens inkarnationstro og menneskesyn. I det følgende vil jeg derfor spørge: hvad ville det betyde for skabelsestanken, inkarnationstanken og for menneskesynet, hvis vi i løbet af det 21. århundrede skulle opdage højtudviklede livsformer andre steder i universet? Da jeg selv kender kristendommen bedst, vil jeg holde mig til kristen tradition, selvom det samme spørgsmål med rimelighed kunne stilles til de andre verdensreligioner. Jeg begynder igen med et tankeeksperiment, denne gang med et teologisk indhold:

(9) *Hvis materien er udrustet til at danne liv og bevidsthed mange steder i universet over tid OG hvis Gud er den generøse skaber af hele universet, så må alt liv og bevidsthed principielt være ønsket af Gud, og Gud må på sin side tænkes af have omsorg for alle former for bevidst liv.*

»Gud« er som bekendt ikke én empirisk størrelse blandt andre, men er den virkelighed, der gør, at alt andet er virkeligt. »Ingen har nogensinde set Gud«, som det nøgternt siges i Det Ny Testamente (1 Joh 4,12). Af samme grund må teologien betragte også Guds virkelighed som en hypotese, velvidende at både jødedom, kristendom og islam (samt de fleste former for hinduisme) står og falder med den forudsætning, at Gud er den første og skabende virkelighed, mens universet - med alt hvad det indeholder - er skabt og villet af Gud.

Det interessante er imidlertid, at den jødisk-kristne forståelse af tilværelsen allerede forudsætter, at Gud interesserer sig for mere end bare mennesket. I hvert fald fortæller den bibelske skabelsesberetning om skabelsen af »himlen og jorden« på en sådan måde, at mennesket bestemt ikke fylder hele billedet. Tværtimod fortælles der om en skabelse i syv trin eller dage, hvor mennesket skabes ind i en allerede etableret kosmisk ramme og ind en biologisk verden, der allerede er fyldt med planter og dyr. Skabelsesberetningen har endda indoptaget tanken

om Moder Jord. I hvert fald siges det, at jorden af Gud fik indgivet evnen til af sig selv at danne grønne planter og træer, der kan videreførplante sig: »Gud sagde: »Jorden skal grønnes: Planter, der sætter frø, og alle slags frugttræer, der bærer frugt med kerne, skal være på jorden« (1 Mos 1, 11). Tilsvarende kaldes urmennesket »Adam«, hvad der betyder »jordvæsenet«, fordi også mennesket er dannet af jorden (på hebraisk: *adamah*). Tankegangen er altså den, at mennesket er dannet af det jordiske støv, blot får mennesket i tilgift indblæst Guds livsånde (1 Mos 2,7).

Denne særlige skabelsesteologi medfører en grundlæggende positiv holdning til naturens kræfter. Det lyder derfor som et refræn i 1 Mosebog kap. 1: »Og Gud så, at det var såre godt«, en formulering som er uden analogier i andre mellemøstlige skabelsesberetninger. Både jødisk og kristen tradition fremstiller således universet som fundamentalt godt, idet Guds generøsitet er det bærende motiv for verdens skabelse. Men Gud skaber ikke kun verden, men fremstilles som den, der har omsorg for både fugle, okser, løver og havets fisk (fx Jobs bog 38-40). Selv det mytiske hav-uhyre Behemot kan omtales som »det ypperste af Guds værker« (Job 40,19), ypperligere end mennesket!

Det er klart, at der i de bibelske skrifter hverken findes en Big-Bang teori om verdens tilblivelse eller en darwinistisk evolutionsteori. Af same grund kan Bibelen naturligvis ikke anvendes som håndbog i naturhistorie. Men hvis man lader være med at vælge en bogstavelig læsning af de bibelske tekster, så er det overalt storheden i den fysiske verden og mangfoldigheden i den biologiske verden, der står i centrum. Perspektivet er biocentrisk snarere end antropocentrisk, og Guds visdom er »spraglet«, som det hedder i det Nye Testamente (i den græske grundtekst til Efeserbrevet 3,10).

Ligesom det videnskabelige tankeeksperiment om liv på andre planeter tager udgangspunkt i, hvad vi véd om livet og bevidsthed her på Jorden, sådan må også det teologiske tankeeksperiment tage udgangspunkt i det jordiske og derfra udvide perspektivet fra planeten Jorden til andre mulige livssteder i universet. I så fald kan Guds interesse for eventuelt andre bevidste væsener i universet ikke være mindre end den interesse, som udvises i forhold til Jordens mangfoldighed af liv og bevidsthed. Ligesom skabelsestanken er universel, må også Guds omsorg for skabningerne være universel. Ellers har man tænkt for småt om Gud.

Men hvad så med inkarnationstanken? Er talen om, at Gud er blevet menneske i tømmersmandens søn fra Nazareth ikke tænkt for småt lige fra starten? Det kommer an på, hvordan man tolker inkarnationstanken. Hvis man forstår manden Jesus som det eneste sted i universet, hvor himlens og jordens Gud har åbenbaret sig, og hvis man forstår inkarnationen som en éngangsbegivenhed uden sammenhæng med livet i øvrigt, så er tanken om Guds åbenbaring i Jesus ganske rigtigt tænkt i meget snævre kategorier. I så fald rejser der sig en række kritiske spørgsmål: Hvorfor lige Jesus? Hvordan skulle Jesu forkyndelse og hans hengivelse til menneskelivets vilkår, inklusive døden, kunne gavne andre mennesker end dem, der har hørt om ham? Hvad med dem, der levede før Jesus? Hvad med alle dem, der lever i ikke-kristne kulturer? Dette er spørgsmål, som også førmoderne teologer har stillet sig. Men med muligheden for liv på andre planeter bliver samme spørgsmål nu rejst i det helt store format: Hvad med alle de former for følsomt og intelligent liv, som måtte eksistere andetsteds i universet, måske for altid uden for menneskelig rækkevidde? Har Gud ikke haft noget at sige til dem?

Kosmisk i sit format bliver inkarnationstanken først, hvis man tager udgangspunkt i Johannes-evangeliet (hvorfra også selve inkarnationsbegrebet stammer).

For Johannes-evangeliets forfatter er det afgørende at skelne mellem Guds *evige Logos* (Logos betyder både ord, tanke eller tale) og så dette guddommelig Ords historiske *nedslag i tid og rum*. »I begyndelsen var Ordet, og Ordet var hos Gud, og Ordet var Gud. Det var i begyndelsen hos Gud. Alt blev til ved det, og uden det blev intet til af det, som er. I det var liv, og livet var menneskers lys« (Joh 1, 1-4). Guds Ord eller Logos betegner Guds udadrettethed, som navnlig manifesterer sig i biologiske fænomener (liv) og i erkendelsesprocesser (lys).

Ifølge Johannes-evangeliet er livet altså et mødested for Gud og verden, og det hedder videre, at Kristus-lyset, »det sande lys, som oplyser ethvert menneske, var ved at komme til verden« (Joh 1,9). Tankegangen er med andre ord, at Guds lys altid har oplyst ethvert menneske, selvom ikke alle mennesker har taget imod Guds åbenbarende lys. Herefter følger så den passage, som har givet navn til tanken om Guds in-karnation eller bevægelse ind-i-kødet: »Og Ordet blev kød og tog bolig iblandt os, og vi så hans herlighed, en herlighed, som den Enbårne har den fra Faderen, fuld af nåde og sandhed« (Joh 1,14).

Vi kan roligt gå ud fra, at Johannes-evangeliets forfatter ikke har skænket muligheden for intelligent liv uden for Jorden en tanke. Han har derimod været klar over, at hvis man vil tale om Guds selvåbenbaring, så må denne omfatte hele menneskeheden. Johannes tilføjer endda, at Gud tager bolig i kødets verden, altså i materiens verden. Gud tager ikke kun bolig i menneskets bevidsthedsliv (som »lys«), heller ikke kun i mennesket som biologisk væsen (som »liv«), men også som »kød«. Der er tale om, hvad man måske kunne kalde en dybdeinkarnation, idet Gud går ind i naturens dybeste materie-niveau (»bliver kød«).

Således forstået har universet aldrig nogensinde været til, uden at Gud har forbundet sig med det. Den generøse skaber deltager selv i universets tilblivelse, evolution og historie. Gud »ser« ikke kun på verden udefra, men »forener« sig med skabningernes natur på alle niveauer: fra materie til bevidsthed. Også den kristne tro på Guds død på korset kommer hermed til at stå i et nyt lys. Korset betyder, at Gud ikke kun forener sig med naturen i dens kraftudfoldelser, men også med dens degeneration, svaghed og død. Gud er ikke kun Gud for evolutionens vindere, men også for dens tabere. Jesus selv må beskrives som en evolutionær taber, for så vidt som han ikke efterlod sig genetisk afkom eller oplevede social succes. Ud fra korset forkynder kristendommen derfor, at ingen skabning dør alene, fordi Gud dør sammen med enhver dødende skabning.

I forlængelse af denne »dybdeøkologiske« tolkning af inkarnationen er der skabt plads for følgende teologiske tankeeksperiment:

(10) Hvis materien faktisk har dannet liv og bevidsthed mange steder i universet over tid OG hvis Jesu liv og død åbenbarer, hvem Gud evigt er, så må det betyde, at Gud har forenet sig med selve materien, deltager i biologiske erfaringer af liv og død, og ønsker at give sig til kende for alle følende og bevidste skabninger, på Jorden såvel som andetsteds i universet.

Forstået som en dybdeinkarnation er inkarnationstroen altså ikke mindre kosmisk i sit format end skabelsestanken. Ligesom Gud som skaber og forløser ikke kan tænkes som racistisk eller sexistisk, kan Gud vanskeligt tænkes som en »Jord-ist«, der alene vil favorisere livet på planeten Jorden og alene kerer sig om menneskets ve og vel.

Hvis der findes intelligent liv andetsteds i universet, må teologien derfor forvente, at Gud på tilsvarende måde åbenbarer sin kærlighed til ikke-menneskelige former for liv og bevidsthed. Mennesket Jesus levede kun på ét sted og til én tid i Jordens historie, men selve Kristus-princippet (Guds selvmaterialisering som

I Steven Spielbergs "E.T. the Extraterrestrial" fra 1982 er rumvæsnet E.T. forestillet som et blidt, venligtsindet og højerestående væsen – til forskel fra andre film, hvor fremmede væsener er forestillet som intelligente og magtfulde, men uden sans for kærlighed og religiøsitet.

(Illustration: Rasmus Meisler/Spild af tid A/S)



kærlighed for alle, som kan forstå det), må tænkes som fundamentalt den samme i alle (eventuelle) civilisationer, om end meddelt på en måde som svarer til de forskellige former for intelligens. Populært sagt måtte Gud faktisk åbenbare sig som en grøn Kristus for eventuelle grønne Marsbeboere (her må man gerne smile).

Hermed kommer jeg frem til det tredje og sidste punkt: Skal man forestille sig, at eventuelle andre intelligente væsener »ligner« mennesket eller kunne de være aldeles forskellige fra mennesker? Videnskabeligt set afhænger dette spørgsmål af, i hvor høj livets kemiske matrixer – kulstoffet, proteinernes foldning, den klorofylbaserede fotosyntese, RNA-DNA cyklussen – er biologisk universel eller ej. Endvidere afhænger det af, hvor meget der er tilfældigt i evolutionen af højerestående livsformer (som forudsat i neo-darwinismen) og hvor meget der er afhængigt af matematiske, fysiske og kemiske konvergenser (som i den evolutionære konvergensteori).

Religiøst stiller spørgsmålet sig anderledes. Uanset om liv og bevidsthed kan dannes ad mange forskellige ruter eller kun gennem bestemte fysisk-kemiske kanaler, så vil det afgørende spørgsmål her være, om fremmede civilisationsformer vil have moralsk bevidsthed og religiøs sans. I forskellige science fiction film ser vi forskellige scenarier afprøvet. I filmen *E.T.* er rumvæsnet ET et meget blidt og kærligt væsen, der tilsyneladende slet ikke kender til ondskab. *Independence Day* opruller derimod et skrækscenario, hvor de fremmede væsener (interessant nok forestillet som en slags blæksprutter) kun kender til vold og verdenserobring, men ikke til etik, skønhedssans eller religiøsitet.

Interessant nok kan det teologiske tankeeksperiment, som er skitseret oven for, underlægges en empirisk falsifikationsprøve, alt efter hvilke andre intelligensvæsener, der måtte vise sig en gang i fremtiden:

Hvis det skulle vise sig, at universet har frembragt intelligent liv mange steder i universet over tid, vil kristendommens påstand om Guds universelle kærlighed og vilje til selvåbenbaring kunne blive enten empirisk understøttet eller empirisk modsagt. Det oven for nævnte teologiske tankeeksperiment (1) og (2) vil blive understøttet, såfremt også ikke-menneskelige



I Roland Emmerichs film "Independence Day" fra 1996 invaderes planeten Jorden af fremmede væsener, der er højst intelligente, men mangler hvad vi ville forstå ved humanitet. Karakteristisk nok er de fjendtlige erobrere fra rummet forestillet som en slags blæksprutter. Blæksprutter har nemlig i lighed med pattedyr både et centralnervesystem og et højt organiseret sansesapparat. Men de har næppe empati og social sans som pattedyrene. (Illustration: Rasmus Meisler/Spild af tid A/S)

civilisationer har udviklet moralsk bevidsthed, æstetisk sans, religiøsitet og gudsbevidsthed, mens tankeeksperiment vil fremstå som teoretisk usandsynligt, såfremt andre højtudviklede civilisationer er rent selviske og uden gudsbevidsthed.

Lad mig forsøge på at give nogle eksempler. Hvis man tænkte sig, at menneskeheden i fremtiden fandt en række højerestående civilisationer, som udviste en mere intensiv religiøsitet, end vi er vant til, samt en intuitiv gudstro der ytrer sig i form af taknemmelighed, lovsang, kærlighed, livsmod og åbenhed, så ville en sådan opdagelse i høj grad bestyrke det førnævnte teologiske tankeeksperiment, at Gud vil åbenbare sig som kærlighedens kraft for alle civilisationer.

Omvendt kunne man forestille sig en civilisation, som er præget af en meget høj grad af hjælpsomhed og altruisme, men uden skygge af religiøs sans. Dette ville være styrkelse af en sekular humanisme og ville givetvis føre til en troskrise for alle denne verdens religionssamfund. Religion og gudsbevidsthed ville da nemt kunne fremstå som en fix idé, der har udviklet sig i den menneskelige psyke som et tilfældigt biprodukt af menneskehedens særlige evolutionshistorie.

For det tredje har vi det værste skrækscenario: Man kunne forestille sig, at vi var omgivet af intelligente væsener fra mange civilisationer, hvoraf ingen kender til anden lyst end at erobre verden og enten tilintetgøre andre civilisationer eller bruge dem som blotte midler til egne formål. Et sådant moral-løst univers ville være et alvorligt problem både for den sekulære humanist og for den kristne humanist. Den teori om mennesket, som den engelske evolutionsbiolog Richard Dawkins har udkastet vedrørende menneskets kultur, ville i så fald have al sandsynlighed for sig: Civilisationer ville som hovedregel ikke dreje sig om andet end selvreproduktion. Kultur, moral, æstetisk sans og religiøsitet ville ikke være andet end hjælpemidler for DNA'ernes formålsløse trang til selvreproduktion.

Endelig kunne man forestille et sidste scenario, som måske er det mest interessante og udfordrende. Vi kunne forestille os, at denne verdens religioner – samt alle de ekstraterrestrielle religioner – alle ville vise sig som ufuldstændige forsøg på at nærme sig den Gud, hvis væsen er grænseløs kærlighed, generøsitet,

empati, sandhedsvilje og kraft. I så fald ville det ikke længere dreje sig om, hvilken religion der »har ret«, men om hvordan religiøse civilisationer kan lære af hinanden. Den religiøse opgave ville da være, hvordan forskellige intelligente og selv-refleksive skabninger kan ledes til at blive i det små, hvad Gud er i det store: Den generøse giver, der giver plads for andetheden. *Homo religiosus* ville i så fald hverken blive falsificeret eller forblive den samme. Religionerne ville blive transformeret i mødet med hinanden.

Denne religiøse læreproces kender vi for resten allerede i dag fra den globale kulturs religiøse pluralisme.

C. S. Lewis (1898-1963) var litteraturprofessor i Oxford og kollega og ven med J. R. R. Tolkien. I sine science fiction-romaner "Out of the Silent Planet" (1938) og "Perelandra" (1943) forestiller han sig blandt andet rumrejser til Mars og Venus, hvor hovedpersonerne møder andre højerestående væsener, nogen med umiskendelige engleagtige træk, andre med mørke karakterer. Også i Narnia-bøgerne brugte Lewis fantasy-genren til at forestille kampen mellem lyset og mørket som noget, der foregår i alle civilisationer. Narnia-bøgerne er i øvrigt ved at blive filmatiseret, ligesom Tolkiens "Ringenes Herre" fornylig er blevet det.



Litteratur til tema

- Michael J. Crowe (1986), *The Extraterrestrial Life Debate 1750-1900*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Paul Davies (1995), *Are We Alone? Philosophical Implications of the Discovery of Extraterrestrial Life*, London: Penguin.
- Steven J. Dick (1982), *Plurality of Worlds: The Origins of the Extraterrestrial Life Debate from Democritus to Kant*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Steven J. Dick (1996), *The Biological Universe: The Twentieth-Century Extraterrestrial Life Debate and the Limits of Science*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Steven J. Dick ed. (2000), *Many Worlds: The New Universe, Extraterrestrial Life & the Theological Implications*, Philadelphia: Templeton Foundation Press.
- Christian de Duve (1995), *Vital Dust: Life as a Cosmic Imperative*, New York: Basic Books.
- Niels Henrik Gregersen ed. (2003), *From Complexity to Life: On the Emergence of Life and Meaning*, New York: Oxford University Press.
- John Conway Morris (2003), *Life's Solution. Inevitable Humans in a Lonely Universe*, Cambridge: Cambridge University Press.
- John Maynard Smith and Eörs Szatmáry (1999), *The Origins of Life: From the Birth of Life to the Origins of Language*, New York: Oxford University Press.

Fra Støv til Liv

Af lektor Anja C. Andersen

Dark Cosmology Center, Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet

Observationer af universet peger på, at det er i konstant forandring. Alle galakserne fjerner sig med en hastighed, der vokser proportionalt med deres afstand til os og til hinanden. Det peger på, at galakserne må have været meget tættere på hinanden engang i fortiden. Hvis man antager, at universet altid har udvidet sig, og derefter regner baglæns, kommer man frem til, at det hele for 13,7 milliarder år siden var samlet i ét eneste punkt. Al universets energi var således samlet på meget lidt plads. Derfor var der uhyre varmt. Det er de varme omstændigheder, og udvidelsen der har givet betegnelsen Big Bang til de tidligste tider. Tilsyneladende kom alting ud af ingen ting – en pludselig dannelse af stof, rum, tid og naturlove. Siden Big Bang har universet udvidet sig, og det bliver hele tiden større og koldere.

I Big Bang blev der stort set kun skabt de to simpleste grundstoffer hydrogen (H) og helium (He). De resterende 105 grundstoffer er siden hen blev dannet i stjerner indre. Det betyder, at der ikke var nogen planeter i det meget tidlige univers, idet de grundstoffer som f.eks. Jorden er dannet af ikke fandtes. Der er således gået et vist tidsrum efter Big Bang, før der var tilstrækkeligt af de nødvendige grundstoffer til at danne planeter og dermed muligheden for liv. Et af de helt store spørgsmål i den forbindelse er: Hvor lang tid tog det at få dannet nok af de nødvendige grundstoffer i stjernerne? Hvis det har taget omkring 8 milliarder år, så er vi måske blandt den første generation af levende væsener i Universet?

Vandets rolle

Alt liv, som vi kender det fra Jorden, har det tilfældes, at det har behov for vand. Behovet for vand behøver ikke nødvendigvis have noget at gøre med at drikke, idet der er vand inde i de enkelte celler. Vand har formentlig også været en vigtig ingrediens under livets dannelse på Jorden. Det er nemlig lettere for de rette byggestene, i form af molekyler, at finde sammen i en flydende væske. I en væske kan molekylerne lettere bevæge sig rundt og støde sammen. Man kan godt forestille sig, at andre væsker kan være lige så effektive som vand, men da vandmolekylet er et af de mest forekommende molekyler i universet, er det mest sandsynligt, at det vil være en vandig væske. Hvis man accepterer den grundhypotese, at vand er en væsentlig forudsætning for dannelsen af liv, vil det medføre, at en planetoverflade også er en nødvendig forudsætning.

Planetoverfladen er nødvendig for at sikre de forhold, der skal til for at vand kan være flydende. Vand findes på 3 former: som vanddamp (gas), som is (fastform) og som flydende vand (væske). De fleste steder i universet er vand tilstede i form af vandmolekyler, f.eks. som gas mellem stjernerne (se Fig. 1) eller i form af is, f.eks. på overfladen af nogle af Saturn og Jupiters måner (se Fig. 2). Kun meget få steder har vi ind til videre set tegn på, at der har eksisteret flydende vand, f.eks. i visse meteoritter og på Mars overflade (se Fig. 3). Det eneste sted hvor vi med sikkerhed ved, at der findes flydende vand, er her på Jorden. På Jorden er vandet kun flydende under bestemte tryk og temperaturforhold. Når det er koldt, bliver vandet til is. Når det er varmt, bliver vandet til damp. Hvis trykket er lavt, bliver kogepunktet lavere. F.eks. koger vand på Mt. Everest ved ca. 70°C



Figur 1: *Oriontågen der befinder sig i stjernebillede Orion (i sværdet). Tågen befinder sig cirka 1500 lysår fra Jorden. Gassen mellem stjernerne kaldes interstellar gas. (Kredit: NASA).*



Figur 2: *Saturns måne Mimas. Månen består primært af is og blev opdaget i 1789 af Herschel. Overfladen er fyldt med mindre kratere, det store krater er omkring 100 km i diameter. Billede blev taget af rumsonden Voyager 1 i 1980. (Kredit: NASA).*



Figur 3: Mars' overflade. Der er mange forskellige tegn på at der har været vand på overfladen af Mars. Her ses noget der ligner udtørrede flodlejer. Sidste år fandt de to Marsbiler Opportunity og Spirit flere forskellige mineraler som på Jorden kun kan dannes i vand.

og på Mars' overflade ved ca. 10°C. Det ekstremt lave kogepunkt på Mars skyldes den meget tynde atmosfære på planeten, dvs. et meget lavt tryk.

Planetdannelse

Tilstedeværelsen af flydende vand kræver nogle forhold, som lettest kan skabes på overfladen af en planet eller en større måne. I Solsystemet findes der to forskellige typer af planeter; de jordlignende planeter og gasplaneterne. Til de jordlignende planeter hører Merkur, Venus, Jorden og Mars. Gasplaneterne er Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun. Gasplaneterne adskiller sig fra de jordlignende planeter ved ikke at have en fast overflade det er muligt at gå eller køre rundt på. Gasplaneterne består primært af store mængder af gas (luft). Jorden er omgivet af et tyndt lag gas, det som vi kalder atmosfæren, men for gasplaneterne udgør gassen stort set hele planetens masse – deraf navnet gasplaneter. Gasplaneterne Jupiter og Saturn har nogle meget store måner af samme størrelsesorden som planeten Merkur. Disse store måner bliver også betragtet som jordlignende planeter. Forskellen på en planet og en måne er at planeter bevæger sig i en bane omkring Solen, mens at måner bevæger sig i en bane omkring en planet. Dannelse af de store jordlignende måner og de indre jordlignende planeter har formentlig været forholdsvis ens.

For blot 10 år siden havde vi ikke kendskab til andre planeter end dem i vores eget Solsystem. Men pga. forbedrede observationsteknikker finder vi for tiden ca. to nye planeter per måned omkring andre stjerner end Solen. Vi er nu oppe på at kende til mere end 150 andre stjerner, der har planeter i baner omkring sig – altså andre "solsystemer" (se Fig. 4).

De planeter, der er blevet fundet udenfor vores eget Solsystem, er alle store gasplaneter – ligesom Jupiter – der kredser forholdsvis tæt på deres stjerne. At det kun er store planeter, vi finder omkring andre stjerner, skyldes primært vores observations muligheder. De observationsmetoder, vi har i dag, er først nu ved at blive følsomme nok til at kunne finde planeter på størrelse med Jorden omkring andre stjerner. Vi kan derfor endnu ikke svare på, om jordlignende planeter



Figur 4: Billedet er formentlig det første billede af en planet omkring en anden stjerne end Solen. Systemet ligger omkring 225 lysår fra Jorden i stjernebillede Søslangen. Planetens diameter er ca. halvanden gange planeten Jupiters diameter og dens masse er ca. 5 gange Jupiters masse. Stjernen er langt mindre end Solen og dermed langt mindre lysstærk. Billedet er et infrarødt billede taget med Very Large Telescope i Chile. Der er i skrivende stund stadigvæk nogen usikkerhed omkring planetens masse så måske vil yderligere observationer vise at det snarere er et objekt af typen en Brun Dværg end en egentlig planet. En Brun Dværg er betegnelsen for et stjernelignende objekt som er for lille til at kunne producere energi i sit indre. Afstanden mellem de to objekter er 55 gange større end afstanden mellem Jorden og Solen. (Kredit: ESO).

omkring andre stjerner er et meget sjældent eller et helt almindeligt fænomen. Iden for ganske få år vil vores observationsteknikker dog være blevet så forbedrede, at jordlignende planeter vil blive opdaget, hvis de findes.

Planeter dannes sammen med deres stjerne ved at en stor sky af gas og støv begynder at falde sammen. Som en konsekvens af at skyen roterer, vil stjernen dannes i midten og planeterne i en skive af gas og støv uden om stjernen. I grove træk kan man sige, at planetdannelse sker ved at støvkomene støder sammen og danner "nullermænd", der støder sammen og danner små faste klumper, kaldet planetesimaler. Når en planetesimal er et par kilometer i diameter, vil tyngdekraften trække yderligere materiale til. Planeten vil vokse, så længe at der er materiale i skiven omkring stjernen. Når stjernen i midten af skiven begynder at lyse vil det gas og støv, som ikke har klumpet sig sammen i skiven, bliver blæst væk. Dermed stopper planetdannelsen. Hele processen forløber på under 100.000 år, og der er mange detaljer, som vi endnu ikke kan redegøre ordentligt for. Men en ting ligger rimeligt fast: Uden støv ingen planeter og uden planeter intet flydende vand og uden flydende vand er det svært at forestille sig, hvordan liv skulle opstå.

Støv i universet

Støv i astronomiske sammenhænge dækker over små faste partikler (mineraller) der størrelsesmæssigt er som røgpartikler og aerosoler på Jorden. Der er en glidende overgang fra hvornår noget kaldes et makromolekyle og hvornår det bliver opgraderet til at blive kaldt et støvkom. Typisk vil et støvkom bestå af 1000 atomer eller mere som befinder sig i en ordnet fase og derfor betragtes som et fast stof.

Lige efter Big Bang var det ikke muligt at skabe noget støv, da universet kun bestod af de to grundstoffer hydrogen (H) og helium (He), som det ikke er muligt at lave mineraller ud fra. Støv kunne derfor først dannes efter at nogle af de 105 grundstoffer, der er tungere end helium, blev dannet. Alle grundstoffer, der er

dannet efter Big Bang, er dannet i stjerners indre via fusion og blevet blæst ud i rummet i forbindelse med stjernens død. Stjerner består af gas og inde i disse store gaskugler dannes der energi ved at grundstoffet hydrogen bliver omdannet til grundstoffet helium. Den dag der ikke er mere hydrogen til rådighed i stjernens indre, vil den ikke længere kunne producere den energi der får den til at lyse – stjernen betegnes da som død. Når stjernen dør vil den sende de grundstoffer den har dannet ud i rummet. Udover at grundstoffet hydrogen omdannes til grundstoffet helium bliver der også dannet andre grundstoffer i stjerners indre. Det afhænger af en stjernes masse, hvilke grundstoffer den danner. Den kombination af grundstoffer, som vi finder på Jorden i dag, er dannet på basis af de grundstoffer, som mange generationer af forskellige stjerner tidligere i universets historie har skabt.

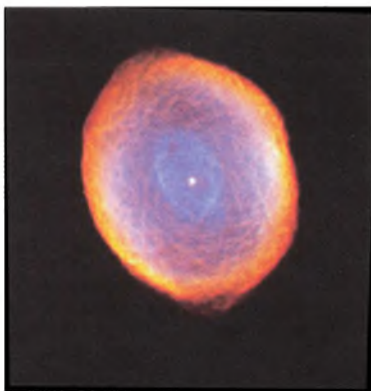
I modsætning til hvad man umiddelbart skulle tro, er det meget få steder i universet, der kan skabes støv. At få et støvkorn til at kondensere ud af en gas kræver nemlig to ting: (1) at gassen er forholdsvis kold (dvs. under 1500°C) og (2) at molekylernes tæthed er så høj, at de har en mulighed for at mødes. De smukke skyer af gas og støv der findes i rummet mellem stjernerne (se Fig. 1) har en meget lav tæthed. Faktisk er tætheden i disse skyer mindre end i et af de bedste vakuum, der kan skabes i et laboratorium på Jorden. Der er langt mellem de enkelte atomer og molekyler i sådanne skyer. Det er derfor ikke muligt at danne støv i disse skyer, fordi den tid det tager at få dannet et støvkorn er længere end gennemsnitslevetiden for skyerne. Når stjerner dannes i de interstellare gasskyer vil de være med til at blæse resterne af den sky de blev dannet af væk. Nydannede stjerner har ofte en kraftig stjernevind, så selvom det langt fra er alt materialet i en sky der bliver til stjerner, vil resten af materialet blive blæst bort.

Det er faktisk kun i forbindelse med en stjernes død, at de rette forhold for støvdannelse skabes. Stjerner som Solen vil ende deres liv med at blæse sig op til en rød kæmpestjerne. Når en stjerne, der kun består af gas, bliver større, vil den samtidig blive koldere. I en kold gas vil der dannes molekyler og under gunstige forhold vil molekylerne gå sammen og danne støvkorn. Støvet kan kun dannes i stjernens yderste lag, for kun her er der koldt nok. Når støvet dannes, vil det blive blæst væk fra stjernen, og stjernen vil langsomt men sikkert miste mere og mere af sin masse og ende som en smuk planetarisk tåge (se Fig. 5). På den måde bliver nydannet støv blæst ud i rummet mellem stjernerne, hvor det vil indgå i de skyer af gas og støv, hvorfra nye stjerner bliver dannet.

Stjerner, der er otte gange større end vores Sol, bliver ikke til en planetarisk tåge men derimod til en supernova. En supernova opstår når en stjerne ender sine dage i en gigantisk eksplosion. Eksplosionen udsender lige så meget lys som milliarder af sole tilsammen. Under eksplosionen dannes mange forskellige af de tunge grundstoffer, som findes på Jorden i dag. Et år eller to efter eksplosionen er gassen fra den eksploderende stjerne blevet kølet så meget af, at der er mulighed for, at støv kan dannes i gassen.

Kun i forbindelse med dannelsen af planetariske tåger og i resterne af en supernovas tåge er forholdene de rette til at støv kan dannes. Støvet vil kun kunne dannes, hvis der er nogle af de grundstoffer til rådighed, som der kan opbygges støv af, f.eks. kul, oxygen, silicium, aluminium, magnesium, jern, mm. Hvor mange af de enkelte grundstoffer, der er til rådighed, afhænger af hvor mange og hvilke generationer af tidligere stjerner, der har bidraget med gas til den pågældende stjerne.

Universet bliver således hele tiden mere og mere beriget (man kunne også sige forurennet!) med tunge grundstoffer som tiden går. For hver gang en stjerne dør,



Figur 5: Den planetariske tåge IC418, der befinder sig i stjernebilledet Haren. Tågen befinder sig ca. 2.000 lysår fra Jorden. I midten ses den hvide dværg, der er tilbage efter at stjernen har kastet sine ydre lag ud i rummet. Om ca. 5 milliarder år vil Solen også omdannes til sådan en planetarisk tåge. I den gas der bliver blæst ud i rummet fra den døende stjerne findes store mængder af små støvkorn. (Kredit: NASA).

har den skabt nye grundstoffer, der bliver blæst ud i rummet. Det spørgsmål, der trænger sig på, er så: hvor mange generationer af stjerner skal der til, før der er dannet nok tungere grundstoffer til, at de første støvkorn kan dannes? Var det allerede muligt i supernovatågerne fra den første generation af stjerner, eller gik der mange stjernegenerationer (dvs. millioner eller milliarder af år), før at der var nok af de rette grundstoffer til at de første støvkorn kunne dannes?

Så længe vi ikke kan besvare det spørgsmål, kan vi heller ikke sige noget om, hvornår de første planeter blev dannet, for planeter bliver dannet af stjernestøv. Uden en planetoverflade er det svært at forestille sig, at man kan have flydende vand, hvilket formentlig er forudsætningen for liv. Vores forståelse af hvordan og hvornår liv i universet har mulighed for at opstå, er derfor afhængig af det, vi ved – og tror vi ved – om noget så banalt som, hvordan bittesmå undselige støvkorn bliver dannet.

Livet i verdens mindste og ældste økosystemer

Af Professor, ph.d. Michael Kühl

Marinbiologisk Laboratorium, Biologisk Institut, Københavns Universitet

Gennem milliarder af år har Jorden været domineret af bakteriesamfund der har haft og stadig har afgørende betydning for udviklingen og opretholdelsen af højere livsformer. Disse bakteriesamfund har sat deres fingeraftryk i de geologiske aflejringer i form af makroskopiske lagdelte strukturer, såkaldte stromatolitter, og som mikrofossiler der kan undersøges under mikroskop. Endvidere har bakteriernes aktivitet afsat et kemisk spor i aflejringerne, og disse spor er de ældste tegn på liv som vi har på Jorden – de er fundet i 3,8 milliarder år gamle aflejringer på Grønland. Også i dag spiller bakterier en overordentlig vigtig rolle for opretholdelsen af de biogeokemiske stofkredsløb og dermed selve livet på jorden - men i modsætning til de første milliarder år lever bakterierne i dag et mere skjult liv. Der er dog steder hvor bakterierne stadig danner spektakulære samfund under miljøforhold som er så ekstreme at højere livsformer ikke trives. I disse ekstreme miljøer findes rent mikrobielle økosystemer som i funktion og sammensætning på samme tid kan betragtes som verdens mindste og ældste, og som inspirerer astrobiologer og andre forskere i jagten på ekstraterrestrisk liv.

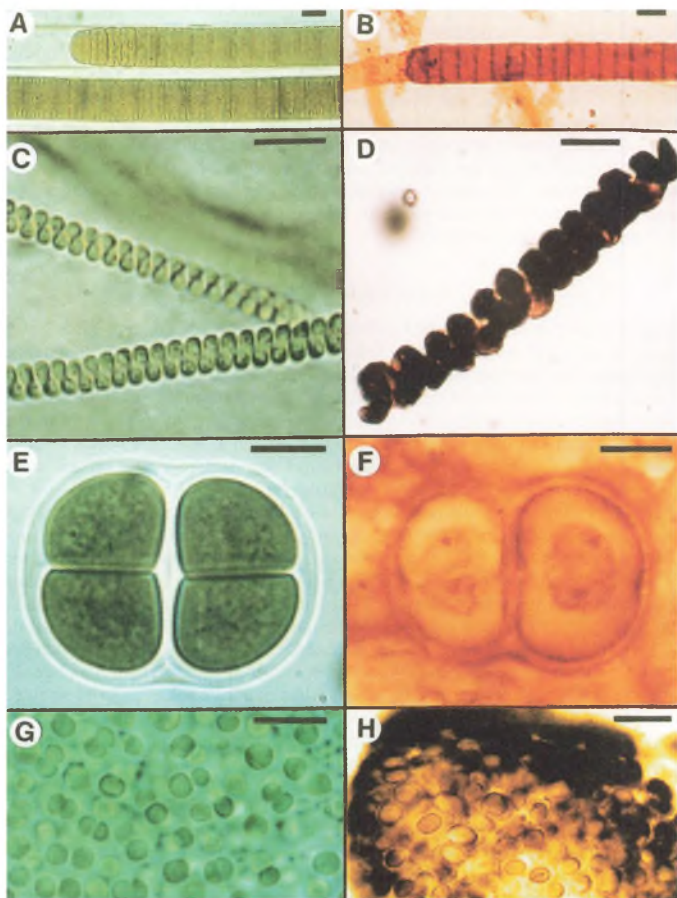
Bakterier fra tidernes morgen til i dag

De fleste sætter umiddelbart bakterier i forbindelse med sygdomme, madforgiftninger og lignende dårligdomme med stor mediebevågenhed. Samtidig domineres mange menneskers naturforståelse af kendskabet til højere dyr og planter, og det er mindre kendt at bakterier var de første livsformer på Jorden og lige siden har spillet en helt central rolle for livets videre udvikling og opretholdelse.

Livet kan deles op i 3 hovedformer: prokaryote eubakterier og archaeobakterier (her samlet benævnt bakterier) samt eukaryote organismer, hvortil hører protozoer og flercellede organismer inkl. planter og dyr. Cellerne organisation er fundamentalt forskellig mellem prokaryoter og eukaryoter, førstnævnte har således ingen cellekerne og andre specialiserede organeller med egen membran. Faktisk tyder meget på at eukaryote celler er delvist opbygget af prokaryote byggesten. En del af organellerne stammer således fra en oprindelig symbiose med bakterier, hvis arvemateriale efterhånden er blevet modificeret og indarbejdet i værtscellens.

Hvor hurtigt efter Jordens dannelse for ca. 4,6 milliarder år siden livet opstod vides ikke med sikkerhed. De første vidnesbyrd om liv finder vi i nogle af Jordens ældste bjergarter i ca. 3,8 milliarder år gamle aflejringer fra Isua på Sydvest-Grønland, hvor bakteriers aktivitet har sat spor i klippenes geokemiske sammensætning. Bakteriernes stofomsætning fører nemlig til dannelse af materiale med en karakteristisk sammensætning af f.eks. kulstof- og svovl-isotoper, som kan spores selv i flere milliarder år gamle aflejringer.

I 2,5-3,5 milliarder år gamle aflejringer findes de første fossile vidnesbyrd om de ældste bakterier og bakteriesamfunds struktur. Ved at se på tyndslib af stenprøver kan man under mikroskopet se strukturer der har en slående lighed med nulevende bakterieformer. Tolkningen af de allerældste mikrofossiler skal godt nok omgås med forsigtighed da også rent fysisk-kemiske processer kan danne lignende strukturer, men der findes en lang række prøver hvor der uden tvivl er tale om bakteriefossiler der til forveksling ligner nulevende former (se Billede 1).



Billede 1. Mikrofossiler fra op til milliarder år gamle aflejringer har en slående lighed med nulevende former af cyanobakterier. Her ses nogle eksempler. Billederne i venstre side (panel A, C, E og G) viser nulevende cyanobakterier fra saltsøer i Mexico mens billederne i højre side viser mikrofossiler fra hhv. Lakhandha formationen (panel B, 0,95 milliarder år, Sibirien), Moroedikha formationen (panel D, 0,85 milliarder år, Sibirien), Satka formationen (panel F, 1,55 milliarder år) og Belcher Supergroup formationen (panel G, 2,1 milliarder år, Canada). Målestokken svarer til 0,01 mm. Foto: J. W. Schopf.

Det er først og fremmest cyanobakterier (førhen kaldt blågrønaler), som er bevaret fossilt. Cyanobakterier er forholdvis store bakterier og udskiller bl.a. slimstoffer, som er sværtomsættelige og dette fremmer en god bevarelse i fossile bjergarter mens mange andre bakterier ikke bevares på en form så de kan identificeres. Cyanobakterier kan udføre fotosyntese, en process vi alle kender fra de grønne planter, hvorved solens lysenergi omdannes til kemisk energi i cellerne og der produceres ilt som biprodukt. Energien bruges til at danne ny biomasse ud fra uorganiske bestandele der optages fra omgivelserne. På denne måde bindes energi i organisk stof, som siden danner fødegrundlag for andre bakterier og højere organismer der nedbryder det tilbage til dets uorganiske bestandele, hvorved energien igen frigøres.

Livet startede uden ilt

Kemiske analyser af de geologiske aflejringer viser at Jorden de første 2,5-3 milliarder år var stort set iltfri. Til en start var det ikke som i dag den iltdannende fotosyntese der dominerede den lysdrevne stofproduktion på jorden. En mere simpel form for fotosyntese der ikke danner ilt som biprodukt var sandsynligvis først udviklet, og denne proces kan stadigvæk idag udføres af en række bakterier og cyanobakterier i iltfrie miljøer. Især omsætningen af brint, jern- og svovlforbindelser synes at have været dominerende. Disse stoffer indgår også i andre nulevende bakteriers omsætning af organisk stof under iltfrie forhold.

Den iltproducerende fotosyntese opstod med cyanobakterierne men i et langt tidsrum reagerede den producerede ilt kemisk med reducerede forbindelser i biosfæren, og Jordens atmosfære ændrede sig kun gradvist gennem perioder med skiftevis høje og lave ilt-niveauer, inden iltforholdene som vi kender dem idag etablerede sig. Iltningen af biosfæren har haft en enorm effekt på de biologiske samfunds sammensætning og struktur. Mange bakterier med et iltfrit stofskifte forgiftes eller hæmmes af ilt, og disse bakterier blev således fortrængt til andre habitater med ingen eller kun periodisk forekomst af ilt. Omvendt dannede iltningen af biosfæren også grundlag for udviklingen af nye bakterietyper (og siden hen højere livsformer) som kunne udnytte ilt som åndingsmiddel. En ekstra gevinst ved iltningen af biosfæren var desuden dannelsen af et ozonlag, som idag skærmer biosfæren for solens skadelige ultraviolette stråling.

Der findes stadig steder hvor miljøforhold lig den tidlige Jords er fremherskende, f.eks. i bestemte varme kilder på Island, i Yellowstone nationalpark i USA og i andre geotermiske områder med aktiv vulkanisme. Her vokser cyanobakterier sammen med andre bakterier i tykke måtter i iltfrit og svovlholdigt vand ved temperaturer på 50-70 grader. Cyanobakterierne laver godt nok ilt inde i disse måtter men ilten forbruges hurtigt ved reaktioner med svovlforbindelser og via andre bakterielle processer i måtten.

Stromatolitter og levende fossiler

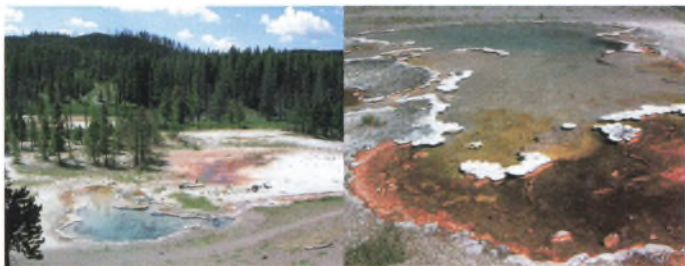
Det er ikke kun mikroskopiske fossiler der tyder på en vid udbredelse af fotosyntetiske bakteriesamfund i størstedelen af den tid der har været liv på Jorden. De geologiske aflejringer viser at lagdelte pudeformede strukturer, såkaldte stromatolitter, var vidt udbredt på Jorden indtil for ca. 600-650 millioner år siden. Både de kemiske spor og tilstedeværelsen af mikrofosiler i stromatolitter tyder på at de er et levn af tykke bakteriesamfund, som har eksisteret i lavvandede vandige miljøer. Idag kan vi finde ganske lignende strukturer nogle få steder i verden såsom i salte laguner og

sær. Og i disse nulevende stromatolitter er det cyanobakterierne som danner gro-bunden for et rent mikrobielt økosystem der danner de lagdelte strukturer.

Er nulevende cyanobakterier så levende fossiler? Det er næppe tilfældet. Cel-lemes arveanlæg er under konstant forandring pga. tilfældige mutationer og fejlaf-læsninger under celledelingen. Dette vil især være tilfældet for bakterier som typisk deler sig hurtigt og kan have generationstider på under 1 time. Skadelige mutationer der mindsker bakteriernes effektivitet og overlevelse i et givet miljø vil hurtigt blive selekteret fra, mens mere eller mindre uskadelige mutationer bare vil indgå i fremtidige bakteriegenerationers arvemasse. Den korte generationstid og det enorme antal bakterier gør også at de hurtigt kan tilpasse sig nye miljøforhold, f.eks. udvikle resistens overfor skadelige forbindelser – et fænomen vi idag kender fra den stigende resistens af mange skadelige bakterier overfor antibiotika. Kunne man sammenligne en fossil cyanobakteries med nulevende formers arveanlæg ville de ikke være identiske. Det at mikrofossiler har en slående morfologisk lig-hed med nulevende cyanobakterier, og formodentlig har haft en lignende fysio-logi, er derimod mere et udtryk for at lignende miljøforhold har selekteret for bestemte succesrige livsformer, både igennem Jordens tidlige udvikling og idag.

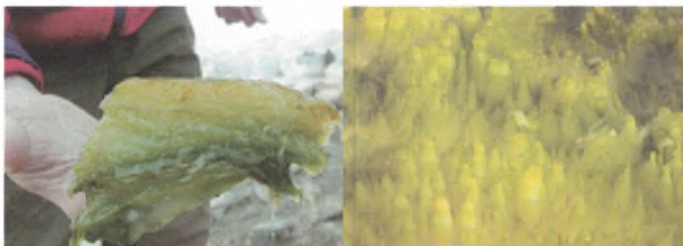
Fortidens bakteriesamfund overlever i ekstreme miljøer

Hvad skete der så for 600-650 millioner år siden og frem til idag, hvor stroma-tolitter og andre veludviklede bakteriesamfund er blevet sjældne? Ja, dette tids-rum falder sammen med udviklingen og udbredelsen af højere dyr, som kan græsse på bakterierne og gennem deres bevægelser og graveaktivitet nedbryde de for stromatolitter så karakteristiske lagdelinger. Idag optræder bakterier derfor kun i masseforekomster når miljøforholdene begrænser eller helt udelukker højere livsformer. Bakterier er f.eks. stadig altdominerende i varme kilder med vandtemperaturer $>45^\circ$, eller i saltsøer og laguner hvor saltholdigheden kan variere fra det dobbelte af havvands til en mættet opløsning af salt (se Billede 2). Men også herhjemme kan tidevandsflader og strandenge med periodisk udtørring eller



Billede 2. I varme kilder som f.eks. Octopus Spring i Yellowstone nationalpark findes rent bakterielle økosystemer ved vandtemperaturer højere end 45 grader. I selve kildens udspring er der masser af bakterier der udnytter svovl og brint i det næsten kogende vand, men det er først når vandet er nedkølet til under 73 grader (den øverste grænse for fotosyntetiserende bakterier) at farvede arealer viser tilstedeværelsen af cyanobakteriemåtter, som kan være flere cm tykke.

Foto: Michael Kühl.



Billede 3. En næsten 10 cm tyk cyanobakteriemåtte fra en varm kilde ved Kap Tobin på Østgrønland. Måtten der vokser i 50-55 grader varmt vand består af et tæt netværk af trådformede grønne cyanobakterier indlejret i en gelatinøs slimet masse. I stillestående vand dannes karakteristiske toppe, som man også kan finde i fossile aflejringer af milliarder år gamle cyanobakteriemåtter.

Foto: Søren Rysgaard og Michael Kühl.

en stor produktion af giftigt svovlbrinte fra nedbrydningsprocesser i havbunden huse tætte bakterie-dominerede samfund, som dog i reglen kun optræder i stille og varme perioder og forsvinder igen med efterårsstormene.

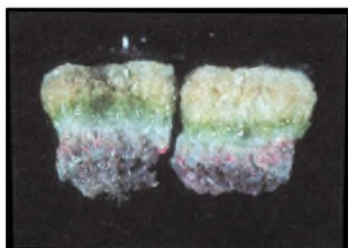
Under fravær af dyr udvikles tykke lagdelte strukturer, såkaldte mikrobielle måtter, der er opbygget af et tæt netværk af bakterier indlejret i en slimet matrix (se Billede 3). Måtternes konsistens kan variere fra en budding-agtig gelatinøs struktur til en fast gummi-agtig og sammenhængende måtte. I visse saltsøer kan måtterne, som mestendels består af bakterieceller og slimstoffer, blive flere meter tykke. Oftest er trådformede cyanobakterier dominerende, men mange andre bakterier er tæt organiseret i den slimede matrix som typisk viser en overordnet lagdeling med cyanobakterier og iltomsættende bakterier i de øverste lag efterfulgt af iltfrie lag med fotosyntetiske bakterier og andre bakterier som ikke tåler ilt. Der findes ofte forskelligt farvede lag, som skyldes tilstedeværelsen af cyanobakterier og fotosyntetiserende bakterier med forskellige fotopigmenter (se Billede 4 og 5). Øverst i måtten udnytter orange og grønne lag af cyanobakterier den synlige del af solspektret til deres iltdannende fotosyntese. Længere nede i måtten, hvor synligt lys er en mangelvare, udnytter purpur og grønne lag af iltfølsomme fotosyntetiserende bakterier infrarød stråling i sollyset, som trænger næsten uændret ned igennem selv et tæt lag af cyanobakterier. Denne komplementære lysudnyttelse pga. forskelligartet pigmentering tillader således tætte populationer af fotosyntetiserende mikroorganismer at sameksistere i mikrobielle måtter.

At det er fraværet af dyr og ikke ekstreme miljøforhold i sig selv som skaber mulighed for dannelsen af tykke bakteriemåtter kan man nemt vise i laboratoriet. Tages prøver af et normalt dansk kystsediment og stilles i fryseren natten over stoppes al dyrisk aktivitet. Ved efterfølgende inkubation af prøverne i almindeligt filtreret havvand uden dyre-larver og under en lys-mørke døgncyklus vokser der i løbet af få uger tætte bakteriebelægninger frem på sedimentet. I løbet af nogle måneder dannes tykke bakteriemåtter lig dem man finder i varme kilder eller saltsøer – og måtterne er domineret af cyanobakterier. Tilsættes nu igen dyr til sådan en kunstig måtte fører dyrenes græsning og graveaktivitet til en genetablering af det oprindelige sediment i løbet af få uger. Man kan altså simulere et vigtigt skifte i livets udvikling ved dette simple forsøg.



Billede 4. I de mest ekstreme miljøer, hvor højere livsformer ikke kan trives, danner bakterier tykke slimede belægninger. Her ses et eksempel fra en 50-56 grader varm kilde ved Nørrefjord på Østgrønland, som udspringer mellem sneklædte fjelde. Bakteriemaatterne udviser en karakteristisk lagdeling med iltproducerende orange-brune og grønne lag af cyanobakterier øverst og dybereliggende rødlige lag med fotosyntetiserende bakterier der ikke tåler ilt.

Foto: Michael Kühl.



Billede 5. En ca. 2 cm tyk mikrobiel måtte som vokser i vand med en saltindholdighed på over 20%. Saltindholdigheden er så høj at gipskrystaller udfælder fra vandet og indlejres i måtten. Der ses brunlige og grønne lag af iltproducerende cyanobakterier og en rødlige zone med purpur svovlbakterier som udfører fotosyntese uden at danne ilt.

Foto: Michael Kühl.

Ekstreme livsbetingelser i mikrobielle måtter

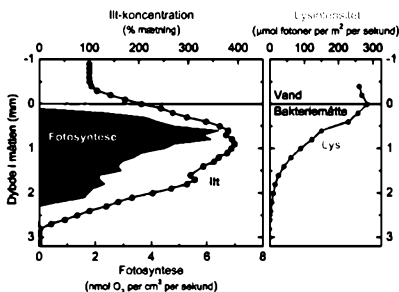
Det er ikke kun de ydre livsvilkår som er ekstreme i mikrobielle måtter. Livet i en mikrobiel måtte foregår under omstændigheder der er svære at forestille sig. Der er tale om enorme tætheder af bakterier som skal tælles i milliarder celler per cm^3 . Under 1 cm^2 mikrobiel måtte kan den totale længde af de tæt sammenbundne cyanobakterietråde være flere km med en indre overflade på 50-100 cm^2 . I den tætte matrix af bakterier og slimstoffer kan stoffer kun transporteres ved diffusion, dvs. molekylernes tilfældige egenbevægelse, og dette er en langsom transportprocess over afstande >1 mm. Kombination af en stor bakterietæthed og langsom stoftransport ved diffusion fører til at nogle af bakteriernes stofskifteprodukter kan ophobes i måtten hurtigere end de kan forbruges af andre bakterier eller afgives til omgivelserne. På samme måde kan nogen substrater for bakteriernes stofskifte forbruges hurtigere end de kan diffundere ind i måtten fra det omgivende vand og de bliver derfor hurtigt opbrugt. Denne diffusionsbegrænsning medfører at der dannes stejle koncentrationsgradienter af de stoffer som omsættes i en mikrobiel måtte, og de fysiske-kemiske forhold kan ændre sig drastisk indenfor ganske få tiendedele mm's dybdeforskel.

Lad os se på et eksempel (se Billede 6): I lys medfører cyanobakteriernes fotosyntese en enorm iltproduktion, som fører til en overmætning af de øverste lag. Fotosyntesen kan være så intens at iltbobler med ren ilt dannes på bakteriemåttens overflade. Lysnedtrængningen i en mikrobiel måtte er dog kun nogle få mm idet den tætte matrix af celler og slimstoffer dæmper lyset effektivt. Selv om der er tale om en enorm overmætning af ilt i de øverste lag af en mikrobiel måtte er der samtidigt et meget højt iltforbrug, hvilket skaber iltfrie forhold bare nogle få mm længere nede i måtten, hvor andre bakterier står for stofomsætningen. I mørke kan cyanobakterierne ikke længere danne ilt og hele måtten bliver hurtigt iltfri pga. den intense stofomsætning i den tætte bakteriemåtte. Overgangen sker meget hurtigt og forholdene i de øverste mm af en mikrobiel måtte kan skifte fra fuldstændigt iltmætning i lys til fuldstændigt iltfrie forhold og vice versa indenfor 10-15 minutter. Også andre stofskifteprodukter og substrater udviser en tilsvarende dynamik i måttens øverste lag. Surhedsgraden kan således svinge mellem et meget basisk (pH 10) miljø i lys til et surt miljø i mørke (pH<7), og svovlbrintekonzentrationen kan variere fra nul i lys op til en høj koncentration i mørke, dødelig giftig for højere dyr.

De bakterielle processer i mikrobielle måtter kører med en ekstrem høj omsætningsrate. Fotosynteseaktiviteten i en få mm tyk mikrobiel måtte kan modsvare den samlede fotosynteseaktivitet i en mange meter dyb vandsøjle med planteplankton. Langt den største del (80-90%) af det ved fotosyntesen dannede stof bliver dog umiddelbart omsat igen og nedbrydes af forskellige bakterier. Bakteriemåtten vokser derfor kun nogle få mm i tykkelse om året. Indenfor en få mm tyk mikrobiel måtte foregår alle de processer som kendetegner stofkredsløbene i et økosystem. Mikrobielle måtter kan således betragtes som verdens mindste økosystemer.

Vi kan selvfølgelig kun spekulere over om fortidens mikrobielle måtter og stromatolitter har fungeret på tilsvarende måde som forskningsresultaterne i nulevende systemer viser. Der er dog en del stærke indikationer på at det er tilfældet. Geokemiske spor i aflejringerne viser at mange af de kendte bakterielle omsætningsprocesser har fundet sted i fortidens mikrobielle måtter og vi ved fra mikrofossiler at ihvertfald cyanobakterier har været til stede og dannet strukturer lig dem man kan finde i nulevende bakteriemåtter og stromatolitter. Omvendt har man også prøvet at inkubere nulevende mikrobielle måtter under forhold som modsvarer fortidens miljøbetingelser, f.eks. i en atmosfære med lav ilt- og høj kuldioxid-indhold og under høj UV-stråling, og det ser ud til at bakteriesamfundene trives fint – i hvert fald over kortere tidsrum. Der er meget der tyder på at

Billede 6. Målinger af iltmængde, fotosyntese-aktivitet og lysmængde i en cyanobakteriemåtte. Bemærk den ekstreme overmætning med ilt og den kraftige dæmpning af lysintensiteten i de øverste mm af måtten (omtegnet efter Kühl, M. & Jørgensen, B. B. 1992. *Limnology and Oceanography* 37: 1813-1823).



vi ved at undersøge nulevende mikrobielle måtter også kan få et indblik i hvordan livet har været i verdens ældste økosystemer.

Bakterier regerer og samarbejder i den iltfrie verden

Selvom spektakulære mikrobielle måtter og stromatolitter er en sjældenhed i dag så spiller bakterierne stadigvæk en helt central rolle for opretholdelsen af liv på Jorden. I et økosystem indgår både stofproducerende og stofnedbrydende organismer og processer som indgår i en nøje afstemt balance. Og det er først og fremmest bakterierne som sørger for at opretholde balancen.

Det organiske stof produceres af fotosyntetiserende organismer, både cyanobakterier, alger og planter. Mens højere planter dominerer på landjorden er det mikroskopiske alger og cyanobakterier der dominerer stofproduktionen i vandige miljøer. Også her er cyanobakterier særdeles vigtige. Bittesmå cyanobakterier i oceanerne med en cellediameter på mindre end en tusindedel mm, som først blev opdaget for 25-30 år siden, står således for mere en 10% af den samlede stofproduktion på Jorden.

Det producerede stof danner fødegrundlaget for højere livsformer, heriblandt mennesket, som forbrænder det organiske stof med ilt som åndingsmiddel. Det fører samtidig til produktion af affaldsstoffer og restprodukter. På steder med en stor produktion eller ophobning af organisk stof kan ikke alt omsættes ved hjælp af iltåndende bakterier, svampe og dyr. Ilten slipper op og der sker derfor en ophobning af organisk stof i et iltfrit miljø. Havbunden er f.eks. iltfri bare nogle få mm under overfladen på nær de steder hvor orme og andre dyr aktivt pumper ilt ned i dybere lag. I sådanne iltfrie miljøer er det bakterierne som totalt dominerer den videre nedbrydning af det organiske materiale tilbage til dets uorganiske bestanddele. En fuldstændig forbrænding af stof sker dog kun gradvist og involverer samarbejde mellem forskellige bakterietyper, hvor en type bakteriers nedbrydningsprodukter kan udnyttes videre af andre bakterier osv. Dette sker via en lang række specielle stofskifteprocesser der ikke kræver ilt – ja ligefrem hæmmes af ilt. Mange bakterier kan f.eks. forbrænde organisk stof med andre åndingsmidler så som nitrat og sulfat. Nogle af disse processer danner stoffer som er giftige for højere livsformer. Således danner sulfatåndende bakterier i havbunden svovlbrinte der er særdeles giftigt for alle iltåndende organismer og kan forårsage fiskedød hvis det frigives til bundvandet.

Uden bakterierne evne til at nedbryde organisk stof tilbage til dets uorganiske bestanddele ville livet hurtigt gå i stå. Der ville simpelthen opstå mangel på de forbindelser der indgår som livets byggestene. Bakterierne har således fortsat en helt central rolle i livets opretholdelse og udvikling på Jorden.

Astrobiologi og Jordens udforskning

Nulevende mikrobielle måtter og stromatolitter har en stor lighed med de ældste bakteriesamfund på Jorden. Vi kan således lære en masse om livets udvikling og mangfoldighed ved at studere disse spændende bakteriesamfund. Der er ingen tvivl om at bakterierne har været og stadigvæk er blandt de vigtigste aktører i biosfærens opretholdelse og evolution. Her har jeg fokuseret meget på fotosyntetiserende bakteriesamfund men der er mange andre eksempler hvor bakterier danner grundlaget for et divers økosystem. Omkring varme kildevæld i dybhavet findes f.eks. samfund, hvor dyrelivet nyder godt af svovl- og methan-bakterier, som her udgør grobund for alt højere liv.

Bakterier findes overalt og grænserne for liv her på jorden flyttes i takt med vores udforskning af nye habitater. Det er f.eks. netop vist at der er masser af aktive bakterier mange hundrede meter nede i havbunden i millioner år gamle aflejringer. Og under den flere km tykke iskappe på Antarktis findes store søer der har været isoleret fra omverdenen gennem millioner af år og som måske gemmer på helt nye typer bakteriesamfund.

Når der spekuleres på muligheden for ekstraterrestrisk liv, og der gives kvalificerede gæt på hvordan liv kan opstå og sætte sig spor på andre planeter og måner, tager mange såkaldte astrobiologer afsæt i vores kendskab til de bakteriesamfund der befolker nogle af Jordens mest ekstreme miljøer. Informationer fra rumsonder og små forskningsfartøjer der idag f.eks. kører rundt på Mars tolkes med baggrund i vores kendskab til livets grænseområder på Jorden. Der sattes i disse år enorme summer på sådanne studier, der skal belyse et for mennesket eksistentielt spørgsmål: Er der liv andre steder i universet? I den sammenhæng er det lidt af et paradoks at der stadig er store uudforskede områder på Jorden som slet ikke i samme grad ofres opmærksomhed (eller forskningsmidler).

Taksigelse: Min egen forskning i mikrobielle måtter finansieres af Forskningsrådet for Natur og Univers og Carlsbergfondet. Professor J. W. Schopf har venligst stillet fotografierne på billede 1 til rådighed.

Henvisninger til dansk litteratur og relevante radio- og tv-udsendelser om emnet:

- Danmarks Radio *Viden Om* 11/2 2003, »Jordens første liv«
(Web-link: http://www.dr.dk/Videnskab/viden_om/Programmer/113jorden/113jorden.htm)
- Danmarks Radio P1 *Natursyn* 7/8 2003, »Grønlands varmeste kilde«
(Interview med lektor R. N. Glud, Københavns Universitet)
(Web-link: <http://www.mbl.ku.dk/mkuhl/Greenland2003/media/DRp1Natursyn01.html>)
- Danmarks Radio P1 *Natursyn* 14/8 2003, »Livet i Grønlands varmeste kilder«
(Interview med professor M. Kühl, Københavns Universitet)
(Web-link: <http://www.mbl.ku.dk/mkuhl/Greenland2003/media/DRp1Natursyn02.html>)
- Fenchel, T. og Kühl, M. (1999) Livet før det højere liv. *Naturens Verden* 10/1999: 20-35.
- Fenchel, T. (2000) Det første liv – livets oprindelse og tidlige udvikling. Gads Forlag, København, 290 pp.
- Fenchel, T. (2002) Stamtræets udvikling. *Aktuel Naturvidenskab* 3/2002: 12-16.
- Glud, R. N. og Kühl, M. (2006) Havbundens stofomsætning. Kapitel 16 i T. Fenchel (red.): *Havet. Et bind i værket Naturen i Danmark* (red. K. Sand-Jensen), Gyldendal, i trykken
- Jørgensen, B. B. (1987) Primitiv fotosyntese. *Naturens Verden* 1987: 318-323.
- Jørgensen, B. B. (1987) Livets oprindelse. Kapitel 11 i N. Bonde, J. Hoffmeyer og H. Stangerup (red.), *Naturens Historiefortællere, Bind 2: Udviklingsideens historie*, Gads Forlag, s. 241-253.
- Jørgensen, B. B. (1988) Lys og fotosyntese i mikrobielle samfund. *Carlsbergfondets Årsskrift* 1988: 13-21.
- Pedersen, H. (2003) Grønlands varmeste kilde. *Polarfronten* 03/2003: 4-5.
- Rosing, M. T. (1999) Det første liv på Jorden. *Naturens Verden* 3/1999: 2-7.

Livets grønlandske barndom

Af Professor Minik Rosing
Geologisk Museum, Statens Naturhistoriske Museum
Københavns Universitet

Det første menneske som krydsede Nares Strait, og trådte i land i Grønland er sikkert passeret under fuldmånens lys en stjerneklar vinternat. Han har kunnet kikke op på måne og stjernehvælv og undre sig over hvorfor det dog alt sammen er kommet. Hvordan blev Jorden og havet til? Hvornår blev det befolket af mennesker og dyr? Alle civilisationer er bygget på et fundament af forestillinger om Jordens og livets oprindelse. Hvordan og hvornår livet fremkom på Jorden er derfor det første spørgsmål religionerne søger at besvare og det er et af videnskabens ældste og mest sejlivede spørgsmål.

Det skulle vise sig at det Grønland vores første Saqqaqmenneske spadserede i land på rummede svar på en del af hans spørgsmål. Det er et land som rummer bjergarter dannet så langt tilbage i tiden at den måne som belyste hans vej, endnu var under konstruktion. Bjergarter som kan give os glimt af de begivenheder der førte til landenes og havenes dannelse og som kan forklare hvorfor Jorden er livets eneste oase i vort solsystem.

Jordens opbygning

Jordskorpen under oceanerne er geologisk set ganske ung. Her findes bjergarter med aldre der strækker sig fra nutiden og 200 millioner år tilbage. Oceanbunden som hovedsagelig består af den mørke tunge bjergart basalt, dannes og nedbrydes hele tiden ved lithosfærepladernes bevægelser på Jorden. Når den tunge oceanbund synker tilbage i Jorden og destrueres, dannes små mængder af granit som er let og flyder ovenpå. Jordens kontinenter er opbygget gennem de sidste 4 milliarder år, ved at granit gradvis et blevet ophobet i Jordens skorpe. De ældste bjergarter på Jorden skal derfor findes i kontinenterne. Under de pladetektoniske bevægelser har kontinenter gennem alle 4 milliarder år drevet rundt på Jordens overflade, og er fra tid til anden kollideret med hinanden under foldning af bjergkæder. Herved er bjergarterne i bjergkædernes øvre dele blevet deformerede og omdannet ved metamorfose, mens de nedre dele er smeltede under dannelse af nye granitter. Bjergene nedslides af vind og vejr, og gamle bjergarter omdannes til nye sedimenter. Der er således kun ganske få og små fragmenter tilbage af bjergarter fra Jordens tidligste historie.

Godthåbsfjorden og Isua

Det største sammenhængende fragment af meget tidlig skorpe findes i området omkring Godthåbsfjord i Vestgrønland. Her opdagede geologerne Vic McGregor fra New Zealand og Stephen Moorbath fra Oxford i begyndelsen af 1970-erne at områdets gnejser er mere end 3600 millioner år gamle. Omtrent samtidig opdagede Kryolit Selskabet Øresund at der ved Isua helt oppe ved grænsen til Indlandsisen er en forekomst af jernmalm, af en type man finder i Jordens ældste områder. Denne type jernmalm er dannet ved at jernforbindelser er udfældet fra havet engang i tidernes morgen. I 1973 blev jernmalmen dateret til mere end 3700 millioner år. Det var en gevaldig overraskelse at finde vandaflejringer fra så tidligt et stadie i Jordens historie. Man havde indtil da troet at Jorden var uden



Fig. 1. Isua set fra helikopter.

vand dengang, og at havene var opstået gradvist og langt senere i Jordens historie. Isua havde slået sit navn fast som en kilde til viden om Jordens tidligste miljø.

Jernmalmen i Isua forekommer sammen med en række andre bjergarter som oprindeligt er aflejret på Jordens overflade. Herved adskiller bjergartskomplekset ved Isua sig fra de gamle gnejser i Godthåbsfjorden. Medens gnejserne er dannet ved størkning af granitsmelte dybt nede i Jorden, består Isua af bjergarter dannet ved processer på Jordoverfladen. Nogle er dannet ved undersøiske vulkanudbrud, og andre er aflejret som sedimenter på havbunden. Langt størstedelen af Isuas bjergarter har været udsat for opvarmning, høje tryk og gennemstrømning af kemiske opløsninger i forbindelse med bjergkædeprocesser adskillige gange i løbet af deres lange tilværelse. Langt størstedelen af Isua bjergarter er så stærkt omdannede at deres oprindelige dannelsesmåde ikke længere kan erkendes. Der findes dog enkelte områder som er så velbevarede at man ved at studere bjergarternes kemiske sammensætning og struktur kan få et indblik i det miljø de oprindeligt blev dannet i. Ingen af Isuas bjergarter er upåvirkede af senere processer, og ingen af bjergarterne kan give pålidelige oplysninger om datidens miljø, uden komplicerede tolkninger som bygger på en forståelse af alle de processer som har påvirket dem siden de oprindeligt blev aflejret.

Udforskningen af Isua har været intens gennem mere end 25 år fordi Isua rummer vore eneste kilder til at belyse de tidligste stadier i Jordens og livets udvikling. To forskellige strategier har været anvendt. Den ene var baseret på en forestilling om at bjergarterne i Isua stort set var uforandrede siden deres aflejring. Man skulle derfor ved hjælp af avancerede kemiske og isotopkemiske målinger kunne beskrive deres oprindelige sammensætning, som man så igen kunne bygge sine tolkninger af datidens miljøer på.

Ved Geologisk Museum har vi gennem adskillige år taget vores udgangspunkt i at alle Isuas bjergarter har været udsat for en eller anden grad af omdannelse. Vores første mål har derfor været at beskrive og forstå omdannelsesprocesserne. Denne forståelse skulle så med lidt held give os mulighed for allerede i felten at udpege de mindst omdannede partier. I det videre studium af de mindst omdannede bjergarter kunne en viden om omdannelsesprocesserne gøre det muligt at filtrere deres effekt fra og derved isolere de informationer som virkelig belyser det miljø bjergarterne oprindeligt blev aflejret i. Det har været en langsommelig proces.

Igennem midten af 1990-erne blev det klart at en lille blotning på nogle få kvadratmeter skilte sig ud, dels ved at bjergarterne er relativt uforstyrrede af senere processer, og dels ved at de er af en type som kunne give værdifuld viden. Det særlige ved bjergarterne i blotningen er at de er dannet ved den stadige og ganske langsomme aflejring af fint ler på oceanbunden. Det tager mellem 100.000 og 1 million år at danne bare 1 meter af sådanne aflejringer. Selv om vi kun har nogle få meter aflejring bevaret til i dag, giver de os altså vidnesbyrd om tilstandene i Jordens oceaner gennem et meget langt tidsrum. Oceanernes sedimenter repræsenterer et omhyggeligt blandet gennemsnit af materialerne på Jordens overflade og oceanerne er det største og vigtigste miljø for livet på Jorden. Ved at studere disse bjergarter kan vi altså få et indblik i normaltstanden på Jorden gennem en lang periode af Jordens tidligste historie. Det mest påfaldende vi kan se er at der er meget lidt variation i sedimenternes sammensætning gennem blotningen. Det er samme type sort skifer, kun afbrudt af tynde lag af vulkansk aske og tykke grå lag dannet ved at mudderstrømme med mellemrum er hvirvlet ned af undersøiske skrænter og har lagt sig til rette på havbunden. Det viser os at der var lange perioder med et stabilt miljø på Jorden. Mikroskopiske undersøgelser af skiferen har vist at den sorte farve skyldes myriader af små sorte korn – hver omkring 5/1000 mm i tværsnit. En analyse af kornene viste at de består af mineralet grafit, som igen består af rent kulstof. Disse korn er ganske ensartede både i form og størrelse, og i den andel de udgør af skiferen. De sorte korn findes i overalt i skiferen, men er helt fraværende fra de millimetertynde askelag. Det viser at de sorte korn blev aflejret samtidig med leret på oceanbunden, og at de ikke kan være afsat i lagene ved en eller anden senere proces. Hvis det havde været tilfældet ville vi også finde dem i askelagene. Vi ved altså at bitesmå korn af kulstof blev aflejret på oceanbunden gennem millioner af år for omkring 3800 millioner år siden.

Jordens kulstof

Kulstof på Jorden findes almindeligvis bundet til ilt, enten som kuldioxid i atmosfæren, kulsyre i vandet, eller bundet i kalksten. Kulstof kan adskilles fra ilt ved forskellige kemiske processer, men den mest effektive og udbredte proces til adskillelse af ilt fra kulstof er fotosyntese – levende organismers produktion af organisk stof fra kuldioxid, vand og sollys. Man kan imidlertid ikke være sikker på at frit kulstof skyldes levende organismers aktivitet, fordi kemiske processer i Jorden som sagt også kan adskille kulstof og ilt. For at sondre mellem kulstof som er frigjort ved fotosyntese fra kulstof frigjort ved uorganiske kemiske processer må man se på kulstoffets isotoper. Kulstof består næsten udelukkende af isotoperne kulstof-12 og kulstof-13. Der dannes konstant en lille smule kulstof-14 i atmosfæren, men da det er radioaktivt henfalder det hurtigt, således at kulstof-14 ikke findes i materiale som er mere end 70.000 år gammelt. Af en eller



Fig. 2. 3800 millioner år gamle sedimentlag fra Isua. De tykke grå lag stammer fra undersøiske mudderstrømme, medens de sorte skiferlag der oprindeligt bestod af en blanding af ler og døde mikroorganismer.

anden grund skelner levende organismer som udfører fotosyntese mellem kulstof-12 og kulstof-13. Fotosyntese fungerer lang mere effektivt med kulstof-12. Det betyder at kulstoffet i levende organismer hovedsageligt er kulstof-12, og at kulstof der stammer fra levende organismer har et karakteristisk underskud i kulstof-13 i forhold til »normalt« kulstof i Jorden.

Grafitkornene i den sorte skifer fra Isua har netop det typiske underskud i kulstof-13. Kulstoffet har en isotopsammensætning magen til den man finder i moderne oceanbundssedimenter, hvor kulstoffet stammer fra alger som har levet i havet. Vi kan derfor med sikkerhed sige at kulstoffet i skiferen stammer fra levende organismer. Det var altså liv på Jorden for mere end 3700 millioner år siden. Vi kan gå ud fra at kulstoffet stammer fra plankton som levede i de øverste meter af havet, og efter deres død sank til bunds og blev en del af havbundens sediment.

Jordens miljø

Fra studierne af Isua ved vi nu at der var vand på Jordens overflade for ca. 3800 millioner år siden, og at livet florerede i havet. Nogle forskere har foreslået at livet ikke kunne begynde sin udvikling på Jorden før for 3700 millioner år siden. Den teori byggede de på studier af Månen. Månens overflade er oversået med kratere dannet ved store meteoredslag. Man har dateret kratere og fundet ud af at Månen var udsat for et massivt bombardement frem til for 3700 millioner år siden. Dette bombardement ville have påvirket Jorden mindst lige så kraftigt som Månen, og kunne have steriliseret Jordens overflade. Vi ved imidlertid nu fra Isua

at der var liv allerede for ca. 3800 millioner år siden. Vi kan også se at der må have været nogle meget avancerede livsformer som har været i stand til at kolonisere oceanerne og leve som plankton med sollyset som energikilde.

Det er ganske overraskende at det tidlige liv overhovedet havde et ocean at kolonisere. Her vil nogen måske nok synes at forskerne undrer sig mere end strengt nødvendigt. Det er imidlertid bemærkelsesværdigt at vandet på Jorden ikke var bundet i en gigantisk iskappe. Jorden kunne nemlig have været totalt dybfrossen da bjergarterne i Isua blev aflejret. Det skyldes at solen dengang stadig var i sin optændingsfase, og derfor gav væsentligt mindre varme fra sig end i dag. Det eneste der kunne redde jorden fra dybfryseren var en meget effektiv drivhusatmosfære som kunne holde på den sparsomme solvarme. Man mener derfor at Jordens atmosfære havde et højt indhold af kuldioxid, der som bekendt er en effektiv drivhusgas. Denne drivhusatmosfære har altså holdt oceanerne flydende i Jordens tidligste historie. Venus, Jordens søsterplanet har tilsyneladende haft en tilsvarende tidlig udvikling med vand på overfladen og kuldioxidrige drivhusatmosfærer. I takt med at solen kom op på fuld styrke har dette drivhus imidlertid været for effektivt. Alt vand er fordampet fra overfladen og undsluppet til rummet medens planeten er tørret ind. Jorden har undsluppet denne triste skæbne, og ligger nu som livets eneste vandrige oase i vort solsystem. Der må have været en eller anden form for termostat som har reguleret atmosfærens sammensætning i takt med at solindstrålingen er øget, og derved holdt Jordens overfladtemperatur inden for den snævre margen hvor vand er flydende. Havbundssedimenterne fra Isua repræsenterer denne termostat. Ophobningen af kulstof på oceanbunden har trukket kulstof ud af atmosfæren, og dermed mindsket kuldioxidindholdet og drivhuseffekten. Det har været afgørende nødvendigt for stabiliseringen af Jordens klima, at denne termostat var fuldt installeret meget tidligt i Jordens historie, inden solen kom op på fuldt blus. Det er derfor også vigtigt at vi har påvist at livet havde taget kontrol over Jordens klima allerede for ca. 3800 millioner år siden, til forskel for de 3500 millioner år livet tidligere havde på sin fødselsattest. Selv om det umiddelbart lyder som uden betydning om tallet er 3500 millioner eller 3800 millioner år – begge komplet ubegribelige størrelser – falder disse to aldre på hver sin side af et væsentligt skel i Jordens udvikling for ca. 3700 millioner år siden.

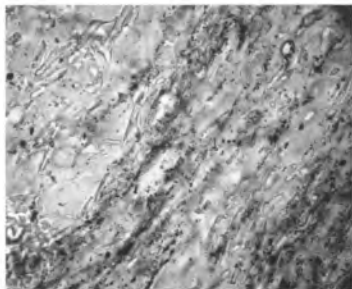


Fig. 3. Mikroskopiske kulstofpartikler i den sorte skifer. Kulstoffet stammer fra mikroorganismer som levede i havet for 3800 millioner år siden.

Bjørnedyrenes fantastiske biologi

Af Professor, dr. Reinhardt Møbjerg Kristensen
Zoologisk Museum, Statens Naturhistoriske Museum
Københavns Universitet

Indledning

For fem år siden var Zoologisk Museum, Københavns Universitet vært for »The Eighth International Symposium on Tardigrada« fra 30. juli til 5. august, 2000. Der var 65 internationale deltagere til symposiet, som blev holdt på August Krogh Institutet, men også mange studerende og pressen dukkede op. Hvad var årsagen til den store interesse for »keynote« – forelæsninger om svære emner så som molekylær biologi, computer kladistisk, fylogeni, kryptobiøse og palæontologi. Jo, det hele drejede sig om bjørmedyr. Pressen ville vide, om det var korrekt, at der var blevet fundet bjørmedyr dybt nede i Grønlands Indlandsis, og at vi havde vækket dem op efter mange tusinde år. Vi kunne fortælle, at der var blevet fundet bjørmedyr i over 100 meter dybe »is-mouliner«, men at de var nulevende. De bjørmedyr vi havde fundet i sibiriske kambriske kalksten, som var over 500 millioner år gamle var »stendøde«, men de var præserveret så godt, at vi kunne se mikroskopiske detaljer i deres sanseorganer og kløer. Vi kunne også afvise, at bjørmedyr kan »sove« i hundrede af år i et herbarium og derefter blive livet op ved at tilsætte vand. Derimod kunne vi bekræfte, at bjørmedyræg var blevet fundet i »airpollen« i stor højde (10.000 m), og at vi ville sende bjørmedyr ud i det ydre rum og eksponere dem for kosmisk stråling. Vi havde al grund til at tro, at de ville overleve et sådant eksperiment. Men hvad er bjørmedyr og hvorfor den store interesse i verdenspressen?

Generelt om bjørmedyr

Lad det være straks være sagt: Bjørmedyr (Tardigrada) har intet med isbjørne eller andre bjørne at gøre rent zoologisk, men de ligner små teddybjørne (fig. 1.), skønt de er uendelige små og har otte ben, som Odins hest Sleipner. Desuden har nogle af bjørmedyrene en bjørmeagtig gangart, når de kravler rundt på et mosblad eller et sandskom.

For en nybegynder i faget tardigradologi (bjørmedyrsforskning) anbefales det at tage en tør mospude fra et sydvendt hustag, en tagrende eller en gammel gravsten. Derefter lægges mosset i en Petri-skål med vand. Mosset behøver kun at ligge en halv til en hel time i vand, så aktiveres bjørmedyrene, og de begynder at kravle rundt på bladene. Alle arter af bjørmedyr er i deres aktive stadium vandlevende, skønt de kan forekomme under sten i den tørreste ørken, så som Namibia ørkenen i det sydligste Afrika eller i udtørrede saltsøer i Sahara. Selv nu, hvor dyrene kravler rundt, skal man bruge en god stereolup for at få øje på dem, og det er derfor de færreste zoologer, der nogensinde har set et levende bjørmedyr. I virkeligheden bruger bjørmedyrsforskere meget avanceret udstyr og metoder, så som ultracentrifugering eller ferskvand-shokking til at uddrive bjørmedyr fra jord og marine prøver.

Alle nulevende bjørmedyr er mikroskopiske, og de er i dag placeret i deres egen dyrerække, Tardigrada tæt på leddyrene, Arthropoda. Med en størrelse på kun 0,05 til 1,25 mm for kønsmodne dyr er de blandt de mindste flercellede dyr her på Jorden. Alligevel har de en meget kompliceret anatomi og adfærd. De fleste

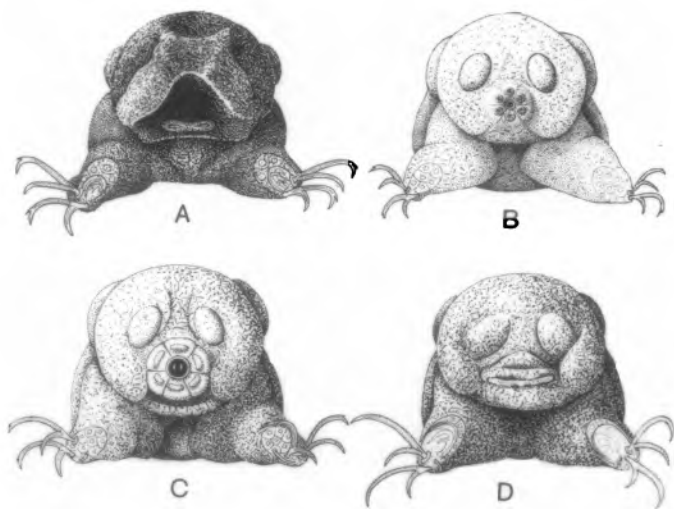


Fig. 1. Bjørnedyret *Halobiotus crispae* fra Nipisat Bugt, Disko (Vestgrønland). Dyret skifter udseende efter årstiderne; A. Vinterform, B. Forårsform, C. Sommerform, D. Hudskifteform (simplex). Alle dyrene er set forfra. (Efter Kristensen, 1982).

bjørnedyr udsuger bakterier eller planteceller og bevæger sig rundt på en sløv, bjørneagtig måde. Deraf navnet Tardigrada, som betyder *langsomt gående* på latin. Forfra ligner nogle bjørnedyr miniatureudgaver af vingummibamser, og så kan de endda være kraftigt farvede - fra gule og røde til olivengrønne. Bjørnedyr fra gletschere og andre højalpiner områder kan være helt sorte. Dette er måske en beskyttelse mod UV-stråling. Nogle få arter er rovdyr, som kan overfalde hjuldyr, rundorme eller andre bjørnedyr. Disse bjørnedyr er absolut ikke sløve, men angriber deres bytte nærmest stående på bagerste benpar. Flertallet af de marine bjørnedyr har en hel anden bevægelse. De bevæger sig lynhurtige rundt på sandskorn med sugekopper som små mini-gekkoer, hvor de kan overfalde panserflagelater. Der kendes kun tre arter, som er parasitiske. De lever alle i havet på henholdsvis søpølser, rurer og mosdyr.

Bjørnedyr er udbredt over hele jordkloden, lige fra dybhavets dybeste grave til de højeste bjerge i Himalaya, som f.eks. Base Camp (6650 meter) på Mount Everest, desværre ved vi i dag stadig meget lidt om deres spredningsbiologi. Der er beskrevet næsten 1000 arter, hvor flere er kendt for at være kosmopolitiske. Dette har vist sig ved nye molekylære studier ikke at holde for de fleste arter, derfor regner vi med, at der i hvert fald eksisterer 10.000 arter. Mange nye arter og slægter kommer fra det marine miljø, som er et ret uudforsket område, og er derfor en guldgrube for systematikere.

Bjørmedyr deles i tre nulevende klasser.

- 1) Mesotardigrada tæller kun én art, *Thermozodium esakii*, der kun er blevet fundet en enkelt gang i en varm svovlkilde nær Nagasaki, Japan. Arten er dårlig beskrevet og er ikke genfundet siden opdagelsen lige før 2. Verdenskrig.
- 2) Eutardigrada lever næsten udelukkende i jord og mos eller i ferskvand, men to slægter *Halobiotus* og *Ramajendas* er sekundært gået ud i havet igen. De fleste af de »ægte bjørmedyr« kendes på, at de helt mangler sansebørster.
- 3) Heterotardigrada, varierer enormt i form og udseende, men har altid en masse sansebørster på hovedet og kroppen. De fleste familier lever i havet, og disse kan ikke tåle at udtørre. De anses for at være de mest primitive, mens de mere avancerede heterotardigrader har invaderet alle tænkelige biotoper her på Jorden, om end de er ret sjældne i ferskvand.

Opdagelsen af bjørmedyr

Trods deres beskedne størrelse har bjørmedyrene været kendt i over 200 år. Lige siden den tyske præst Goeze i 1773 beskrev et mærkværdigt, bjørnelignende dyr (»Kleiner Wasserbär«), som han havde fundet i en dam med andemad, har den videnskabelige diskussion raset om, hvor man skulle placere bjørmedyrene i det zoologiske system. Debatten blev ikke mindre hektisk af, at italieneren Spallanzani tre år efter i 1776 fandt lignende dyr i jord fra tagrender. Han påstod – til mange lærde videnskabsmænds og pavenes forfærdelse – at han kunne tørre sine dyr totalt ud og derefter, ved at sætte vand til jordprøverne, få dem til atter at leve op. Spallanzani beskrev sine dyr meget omhyggeligt og kaldte dem for »il tardigrado«; frit oversat betyder det »dovendyr« eller »dem der bevæger sig langsomt«. Selv om hans beskrivelse og forsøg med bjørmedyr blev underkendt af hans samtid, ved vi i dag at hans iagttagelser var korrekte, og navnet Tardigrada er blevet brugt siden for rækken. Det fænomen, at bjørmedyr kan tåle at tørre ud og derefter »leve op« igen, kaldes for kryptobiose, dvs. »skjult liv« og er også kendt fra andre mikroskopiske dyr, så som rundorme og hjuldyr. Det vides ikke helt hvilken art Spallanzani arbejdede med, men det kunne udmærket være *Macrobiotus hufelandi*, som først blev beskrevet i 1834 af Schultze.

De marine bjørmedyr blev opdaget meget senere. Tidevandsarten *Echiniscoides sigismundi* blev beskrevet i 1865. Den første ægte marine art *Tetrakentron synaptae* blev opdaget af Cuènot i 1892, da han undersøgte søpølser ved Roscoff i Frankrig.

Anatomi

Hovedparten af voksne bjørmedyr har 4 par leddede, teleskopiske ben med 4 kløer på hver fod, med hvilke de konstant hager sig fast til underlaget. En enkelt slægt, *Hexapodibius*, som kan findes i tørre klitmosser, har kun 6 ben og ligner lidt en insektlarve. Endelig eksisterer der den stærkt omdiskuterede slægt, *Apodibius*, som helt mangler kløer og har stærkt reducerede ben. Man havde betvivlet, hvorvidt det var en god slægt, indtil man fandt *Apodibius* i Western Australia i store mængder.

Udviklingen er gået den anden vej hos nogle af de marine former fra tidevandszonen. Hos *Echiniscoides sigismundi*, der er yderst almindelig i Danmark på rurer, kan hver fod have op til 11 kløer, men det almindeligste er dog 8-9 kløer (fig. 2). Endelig findes der bjørmedyr, som lever imellem sandskornene på vores badestrande. De har fået teleskopagtige ben med op til 6 tæer på hver fod, og klø-



Fig. 2. Tidevandsbjørnedyret *Echiniscoides sigismundi* fra Julebæk, Nordsjælland. Dyret er ca. 0,25 mm lang. Læg mærke til de mange kløer på alle benene – en tilpasning til at leve hvor bølgerne bryder. Scanning elektronmikroskopisk foto taget R. M. Kristensen.

erne er omdannet til små sugekopper. *Batillipes noerrevangi*, som er beskrevet fra Nivå Bugt, Nordsjælland, hører til denne kategori (fig. 3). Dyret bevæger sig lynhurtigt rundt på og imellem sandkornene. I mikroskopet er der målt hastigheder på 0,1-0,2 mm pr. sekund, når dyret løber ligeud på et objektglas, en pæn fart for et lille dyr på kun 0,12 mm.

Et af de mærkeligste bjørnedyr er ballonbjørnedyret, *Tanarctus bubulubus*, som for nylig (2001) blev beskrevet fra Færø Banke i Nord Atlanten (fig. 4). Dyret lever i kalksand fra 94 til 200 meters dybde, hvor man kan se det kravle langsomt rundt på små skalfragmenter fra muslinger, men det allerførste eksemplar blev observeret i 1989 svævende frit med hovedet nedad i havvandet lige over kalk-sedimentet. Dyret har nemlig op til 18 balloner på de bagerste omdannede sanseorganer. Man formoder, at ballonerne bliver brugt som svæveorganer, og at ballonerne kan fyldes med ekskretionsprodukter, som er lettere end havvand. Således kan man iagttage, at ballonerne nogle gange er helt flade og klistrer sig til sandkornene, andre gange er de helt oppustede, når dyret svæver frit i vandmasserne.

Bjørnedyrenes ultrastruktur

Først med transmission elektronmikroskopet (TEM) har man fundet ud af, at bjørnedyrenes anatomi er yderst kompliceret, selvom de mangler karsystem og åndedrætsorganer. Kroppen er dækket af en kutikula, et ydre skelet, der skiftes regelmæssigt ligesom hos leddy, når dyret vokser. Kutikulaen kan være tydelig

leddelt og kan endda bestå af fortykkede plader på ryggen. Det inderste lag af kutikulaen indeholder alpha-kitin, igen ligesom hos leddyr, mens de yderste lag af kutikulaen kan indeholde søjler eller have komplicerede bikage-mønstre. Nervesystemet består af en stor tredelt hjerne og et dobbeltganglie (nerveknude) for hvert af de fire kropssegmenter; nervesystemet ligner leddyrenes. Hvis der findes øjne, er de altid indsunket i forhjernen. Øjnene er primitive og er aldrig sammensatte, men består af en pigmentkop med både cilier og mikrovilli. Muskulaturen består af fine, tværstribede muskler. Disse kan dog være omdannede, så tværstribningen ikke kan ses – selv ikke i elektronmikroskopet. Munddelene er omdannet til et par sylenspidse stiletter, som kan skydes ud af munden og bruges til at bore ind i plante – og dyreceller. Disse udsuges ved hjælp af svælget, der danner en stor muskelpumpe. Svælget ligner til forveksling det tri-radiære svælg, man finder hos rundorme og korsetdyr. Lumen i det tri-radiære svælg kan være beklædt med tandlignende udvækster, som kaldes placoider. Tarmen kan være ret kompliceret, og mange har tre malpighiske rør, der ligner insekternes ekskretionsorganer af samme navn.

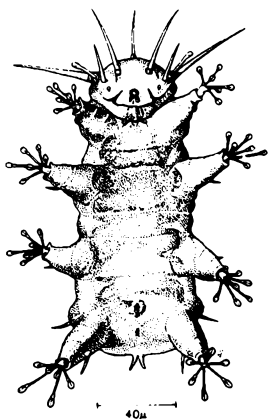


Fig. 3. Gekkebjørneddyret Batillipes noerrevangi er blevet beskrevet fra sandstranden i Nivå Bugt, Nordsjælland. Dyret er kun 0,15 mm, men bevæger sig lynhurtigt rundt mellem sandkornene. Det har 6 sugekopper på hver fod. (Efter Kristensen, 1978).

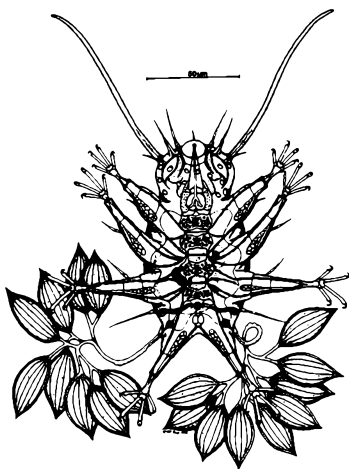


Fig. 4. Ballonbjørneddyret Tanarctus bubulubus blev beskrevet fra Færø Banke i Nord Atlanten. Selvom dyret kun 0,1 mm lang har den 18 balloner på 4. benpar. Balloner benyttes både som svæve- og fasthæftningsorganer. (Efter Jørgensen og Kristensen, 2001)

Formering

Hos de fleste bjørnedyr er der både hanner og hunner, men hos nogle arter kan hannerne dog mangle (parthenogenetiske), eller de er dvæghanner. Nogle få terrestriske bjørnedyr er hermafroditter (tvekønnede). Mange arter har en kompliceret parring, og hannerne opsøger da aktivt hunnerne. Der kan gå en lang kurtiseringsadfærd forud for parringen. Dette er almindeligst hos marine arter, hvor hannen berører hunnen med sine lange sansebørster. Nogle af sansebørsterne (clavae) kan være længere og større hos hannerne, man formoder da, at disse sanseorganer fungerer som kemoreceptorer. Sædcellerne kan overføres til hunnen via en slags beholder (spermatofor), eller sædcellerne sprøjtes ind i to sædgemmere, som er beklædt med kutikula. Nogle arter bjørnedyr lægger æggene inde i den gamle hud (exuvium), som bliver afstødt ved hudskiftet, hvorpå hannerne sprøjter sæden ind i exuviet.

De fleste bjørnedyr lægger æggene frit, og disse æg kan have en smuk overfladeskulptur, som for øvrigt er artspecifik. Forsterudviklingen (embryologien) er stadig dårligt forstået, og den er stærkt omdiskuteret. I de seneste år har man både brugt elektronmikroskopi, computerstyrede mikroskoper og immunmærkningsteknikker. Dette har nu ikke hjulpet ret meget, udover at man må erkende, at bjørnedyrenes embryologi er yderst afvigende fra andre hvirvelløse dyr. Det unge bjørnedyr, der kommer ud af ægget, ligner meget de voksne, men antal af kløer og andre vedhæng kan være mindre.

Striden om bjørnedyrenes afstamning

Danskeren O. F. Müller var i 1785 den første, som placerede bjørnedyrene i det zoologiske system. Han henførte dem til miderne, bl.a. fordi begge har 8 ben, mens franskmanden Dujardin (1838) placerede dem tæt på hjuldyr. Næsten lige siden har der eksisteret to skoler, som indbyrdes har været dybt uenige. Den »gamle« europæiske skole opfatter bjørnedyr som beslægtet med leddyr (krebsdyr, insekter m.fl.) på grund af morfologien. Den »nyere« amerikanske skole hævder standhaftigt, at de hører sammen med rundorme, bl.a. fordi de kan gå i kryptobiose, og begge grupper har et triradiært svælg. Endelig skal det som et kuriosum nævnes, at der eksisterer en teori om, at bjørnedyr slet ikke er opstået på Jorden, men er regnet ned med stjernestøv fra det ydre rum, og det er derfor man finder bjørnedyr i kryokonithuller (se senere) på Grønlands indlandsis og store gletschere rundt omkring på Jorden. Dette kan selvfølgelig slet ikke accepteres af forskere, der arbejder seriøst med bjørnedyr. Den mulige løsning på bjørnedyrenes afstamning kom ikke helt uventet fra de molekylære data. I 1997 fremsatte molekylære biologer en meget kontroversiel teori, Ecdysozoa-teorien. I en kort 4 siders afhandling i *Nature* hævdede de, at alle hvirvelløse dyr, der kunne skifte hud var beslægtede; dvs. dyr så som leddyr, rundorme, bjørnedyr og en række mindre dyregrupper var i familie med hinanden. Denne hypotese vakte vildt oprør hos de klassiske morfologer, som byggede deres teorier på homologe strukturer hos dyr, f.eks. mente de, at ledorme og leddyr er beslægtede, da begge grupper er segmenterede. Hvis man pludselig ikke kunne bruge strukturer som segmenter og kropshule forhold hos dyr, var det et paradigmas skift inden for biologien på størrelse med Darwins lære om dyrenes afstamning.

Der var dog hurtigt nogle zoo-morfologer, der gik over til »sfjenden«. Pludselig kunne man se ligheder hos flere grupper af de såkaldte ecdysozoer – og her kom bjørnedyrene ecdysozoa-teorien til hjælp. Det var ingen tvivl om, at bjørnedyr

havde mange træk til fælles med leddyr, men som den »amerikanske skole« havde hævdet i årtier, havde bjørmedyr også karakterer fælles med rundorme (Nematoda), pølseorme (Priapulida) og navnlig Kinorhyncha (på dansk, mudderdragene). I 1983 beskrev undertegnede en hel ny marin dyrerække, Loricifera (på dansk, korsetdyrene). Der var ingen tvivl om, at de var nærmest beslægtet med Priapulida og Kinorhyncha, men jeg påpegede også ligheder med Tardigrada. I 1991 beskrev jeg ligeledes lighederne hos visse mærkelige fossiler fra Kambrium og mine korsetdyr, men det nye i det var, at disse fossiler også havde karakterer fælles med både bjørmedyr og leddyr. Herved havde jeg faktisk fremsat Ecdysozoa-teorien seks år før molekylærbiologerne. Uheldigvis var der ikke mange, der havde læst min afhandling om korsetdyr og fossiler, da den udkom i et tysk tidsskrift med lille »impact factor«. Fossilerne hørte til den såkaldte Burgess Shale Fauna, som var blevet et varmt emne efter, at Gould i 1989 udgav bogen »Wonderful Life«, som omhandler den »Kambriske Eksplosion«. Teorien i denne bog går bl.a. ud på, at alle kendte dyrerækker opstod pludselig på en gang i Kambrium. De fossile former med mærkelige navne som *Hallucigenia*, *Anomalocaris* og *Opabinia* mentes ikke at kunne indplaceres i nogen nukendt dyrerække. Conway Morris, som havde beskrevet *Hallucigenia*, mente endda, at disse dyr skulle have deres egne dyrerækker, og ingen havde overlevet til i dag. Det viste sig dog hurtigt, at f.eks. *Hallucigenia* var helt fejlbeskrevet. Conway Morris havde ved et uheld kommet til at vende dyret »up-site-down«. *Hallucigenia* blev senere re-beskrevet som et fossilt fløjlsdyr (Onychophora). Fløjlsdyr menes af mange forskere at være søstergruppe til bjørmedyr. For nylig har tyske forskere, så som Waloszek fundet en hel ny fossil fauna fra Kambrium. Den nye fauna går under navnet »Orsten fauna« og dyrene er næsten alle mikroskopiske, ligesom den recente fauna, som vi i dag kalder meiofauna. Orsten faunaen indeholder både mikroskopiske bjørmedyr- og fløjlsdyr-lignende fossiler, men også mellemformer, som ligner en krydsning mellem et leddyr og en mudderdrage. Alt dette støtter Ecdysozoa-teorien. I skrivende stund er vi ved at beskrive disse enestående velbevarede fossiler ved hjælp af scanning elektronmikroskopi. Dyrene er så velbevarede, at vi kan se selv de fineste detaljer i sanseorganer og i kutikulære strukturer.

Striden om, hvor bjørmedyrene hører til i det zoologiske system bør høre op. Begge skoler havde ret. Bjørmedyrene har fælles træk både med leddyr og dyr som rundorme. Det er lige præcis, hvad Ecdysozoa-teorien hævder. Undertegnede, som mest har arbejdet med marine bjørmedyr, mener at de opstod så tidligt som for 570 millioner siden – altså i Prækambrium. Senere i Kambrium, hvor vi har fundet de første mikrofosiler, havde de allerede været udspaltet fra andre ecdysozoer, så som leddyrene og rundormene, i lang tid. Det er meget tænkeligt, at bjørmedyr har invaderet landjorden og ferskvand, som nogle af de allerførste flercellede dyr. Årsagen til denne invasion ligger muligvis i evnen til at gå i kryptobiose. I hvert fald må denne invasion betegnes som en stor succes idet de nulevende marine arter udgør mindre end 10 % af de omkring 1000 beskrevne arter.

Evnen til at overleve ekstreme påvirkninger

Bjørmedyr findes overalt, fra frodig regnskov til tørre ørkener. Således er de fundet sammen med hjuldyr under kvartssten i den sydlige del af Namibia-ørkenen (fig.5). Sollyset kan slippe igennem kvartsen, og om morgenen kommer der en tåge ind fra havet. Der dannes derfor fugt på både overside og underside af stenen. På undersiden er der en rig flora af cyano-bakterier (blågrønne bakterier) og



Fig. 5. Kvartssten i Namibias ørken. Sollyset kan gennemtrænge stenen, så der vokser blågrønne bakterier på undersiden. Der blev fundet bjørnedyr og hjuldyr i bakteriebevokningen selvom temperaturen var over 50° C. Foto: R. M. Kristensen.

på oversiden er stenen overvokset med gule eller røde laver, men bjørnedyrerne er kun fundet på undersiden i cyano-bakterie belægningen. Der synes at eksistere en regel om, at jo mere ekstremt miljøet er, desto bedre klarer bjørnedyrerne sig i konkurrencen med andre mikroskopiske dyr. Denne utrolige overlevelsessevne har man sat i forbindelse med, at nogle bjørnedyr kan tørre ud i alle stadier af deres livscyklus. Laboratorieforsøg har vist, at bjørnedyr i det udtørrede stadium er fantastisk modstandsdygtige over for så skræppe påvirkninger som radioaktiv bestråling, vakuum og organiske opløsningsmidler som absolut alkohol, æter o. lign. Desuden kan man i dette stadium varme dyrene op til 100° eller nedsænke dem direkte i minus 272° flydende helium, uden at de tager skade. Denne form for kryptobiose kaldes også for anhydrobiose, som frit oversat fra latin betyder »liv uden vand«. I dette stadium ligner bjørnedyr små tønder, og man kalder også stadiet for tønde stadiet (fig. 6).

Denne tørrede tilstand kan i naturen vare i årevis, f. eks i udtørrede saltsøer i det sydlige Marokko. Det er rapporteret, at udtørrede bjørnedyr er »bragt tilbage til livet« efter et ophold på 120 år i et tørt italiensk herbarium, hvilket var en overdrivelse og en fejlfortolkning af hvad man virkelig så. På Arktisk Station i Grønland har Københavns Universitet opbevaret Porsilds oprindelige mos-herbarium som er næsten 100 år gammelt. Arktisk Station bliver 100 år den 4. august 2006. I 1979 uddrev jeg bjørnedyr fra dette herbarium. Arterne hørte til de pansrede

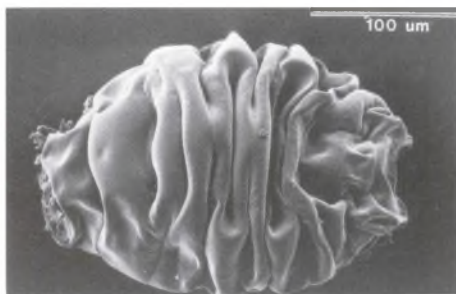


Fig. 6. Tøndestadiet af det gule kæmpebjørnedyr, Richtersius cononifer fra Öland, Sverige. Dyret kan ligge udtørret i op til ni år. Scanning elektronmikroskopisk foto taget af R. M. Kristensen.

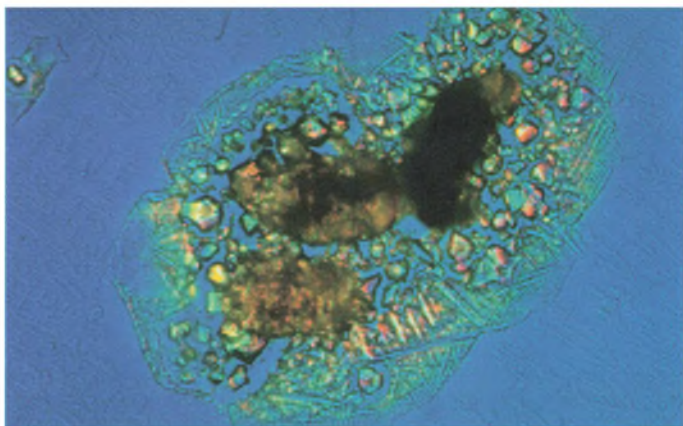


Fig. 7. Tre eksemplarer af det grønlandske tidevandsbjørnedyr *Echiniscoides sigismundi* groenlandicus. Dyrene er udtørret på et objektglas uden, at saltkrystallerne skadede dyrene.

Nomarski-foto: R. M. Kristensen.

bjørnedyr (*Echiniscus* og *Bryodelphax*). Da bjørnedyrene blev lagt i vand, svulmede de også op, men noget var gruelig galt - de havde mistet deres gule og røde farver. Et enkelt eksemplar gav et enkelt spjæt, og derefter var det stendød. Hvad var der gået galt? Bjørnedyrene var simpelthen »rustet op«. I en iltet atmosfære dannes der hele tiden frie radikaler i vævene på alle levende organismer. De frie radikaler kan f. eks give kræft i humane celler. Forskellige cellebiologiske mekanismer (»repair systems«) forhindrer dog denne dannelse i vores enzym-systemer, DNA o. lign. Blandt andet virker gulerods-stof (caroten) beskyttende mod frie radikaler. De omtalte slægter af bjørnedyr har netop caroten i kroppen, og det giver dem den gulerods-lignende farve. Efter næsten hundrede år i kryptobiose var farvestoffet nedbrudt, og de skader der var opstået i vævene kunne ikke regenereres. I en normal, iltet atmosfære ved stuetemperatur er rekorden for »genoplivning« i dag 9 år, men i en dybfryser kan bjørnedyr klare sig meget længere, og i vakuum (uden ilt) måske i mange tusinder af år. Man må formode, at dyrene intet stofskifte har, når de er i anhydrobiose, da der ikke findes frit vand i cellerne; uden vand kan der ikke foregå biologiske processer.

Til gengæld er hovedparten af bjørnedyrene yderst sårbare over for miljøsvingninger, når de er aktive; de fleste hav-former tåler overhovedet ikke udtørring. Det gælder dog ikke tidevandsformen *Echiniscoides sigismundi*, som har vist sig at være en af naturens mest modstandsdygtige dyr. I Grønland har jeg fundet, at det om vinteren kan tåle at lynfryse to gange i døgnet (ved ebbe) og dog nå at lægge æg, når der er højvande. Dyret kan også tåle at udtørre om sommeren i mættet saltvand eller blive udsat for næsten destilleret vand, når det regner eller sner. Hvis man lader dette bjørnedyr tørre ud på et objektglas, kan man se, at dyret nærmest bliver indbagt i saltkrystaller (fig. 7), men tilsætter man lidt destil-



Fig. 8. Det gule kæmpebjørnedyr, *Richtersius coronifer* fra Öland. Dyret kan blive op til 1 mm. Det gule farvestof beskytter muligvis både dyret under udtørring og frysning.

Nomarski-foto: R. M. Kristensen.

leret vand, liver dyret omgående op. I dag har man underopdelt kryptobiose i fire former:

- 1) Anhydrobiose, en tilstand hvor organismer er totalt udtørret og stofskiftet er standset.
- 2) Kryobiose, en tilstand hvor organismer kan tåle temperaturer tæt på det absolute nulpunkt.
- 3) Osmobiose, en tilstand hvor organismer er udsat for lave og høje saltkoncentrationer.
- 4) Anoxybiose, en tilstand hvor organismer kan overleve under lave iltspændinger eller helt uden ilt.

Under vores symposium i København i 2000 blev der holdt flere foredrag om kryptobiose, men man kunne ikke blive enige om, hvorvidt der virkelig eksisterede fire former for kryptobiose. Mange mente, at der kun eksisterede én form, nemlig anhydrobiose, og at alle de andre former gik igennem denne tilstand, udtørring før de kunne tåle at fryse etc. Danske forsøg (se senere) viste dog at i hvert fald nogle arktiske bjørnedyr samt den store kæmpetardigrad (fig. 8) fra Öland, *Richtersius coronifer* kunne tåle at blive smidt direkte ned i flydende kvælstof eller kuldioxid. Der var heller ingen tvivl om, at dyrene ikke var dehydrerede, når man tøede dem op igen. Desværre var der ingen under symposiet der rigtig ville erkende, at bjørnedyr også besad evnen til osmobiøse og anoxybiose. Specielt osmobiøse mente man bare var en specielt form for anhydrobiose, og anoxybiose ville man slet ikke acceptere, selvom jeg kunne fortælle om, da jeg glemte at kikke på mine tidevands-bjørnedyr *Echiniscoides sigismundi groenlandicus* i seks uger. De lever på rurer i Grønland. Da jeg fandt glasset med rurer i saltvand efter seks uger i køleskab, stank prøven værre end råddent æg. Rurerne



Fig. 9. Kryokonit huller findes både i alpine og polare gletschere, men de er mest berømt fra Grønlands Indlandsis. Termometeret viser plus 6° C selvom gletscherisen var minus 4° C.

Foto: H. Ramløv og R. M. Kristensen.

var totalt forrådnede og havde udviklet hydrogensulfid og der var intet ilt tilstede. Efter to timer levede bjørmedyrene op, desværre havde jeg ikke ført logbog, det var jo en forglemmelse, og det er jo i sig selv næsten en »forsknings-uredelighed«!

I de senere år har det vist sig, at bjørmedyr har mange andre overlevelses-strategier end kryptobiose. De færreste jord- og ferskvandsbjørmedyr kan tåle at udtørre, men de kan omgive sig med en ekstra kutikula, der er modstandsdygtig over for udtørring. Man kalder et sådant stadium for en cyste. Nogle arktiske arter har endda to typer cyster – en rød cyste som har to lag ekstra kutikula og en hvid cyste, som kun har ét ekstra lag kutikula. De to cyster udvikler hver deres type af æg. Hvor komplicerede bjørmedyrs overlevelsesstrategier kan være, viser en 3-årig undersøgelse af *Halobiotus crispae* i Grønland (fig. 1). Undersøgelsen over denne marine eutardigrad foregik i en lavvandet bugt, Nipisat på Disko. Dette bjørmedyr udviser fænomenet cyclomorfose. Det samme individ har en vinterform-, en forårs- og en sommerform. Den mørke vinterform har en ekstra kutikula og kan tåle at fryse, forårsformen har en meget tynd kutikula og kan tåle næsten destilleret vand. Forårsformen optræder netop under tøbruddet, hvor saliniteten i bugten kan falde helt ned til 4 ‰. Sommerformen har lange kløer og tåler ikke store forandringer i saliniteten, men det er det aktive stadium som søger føde og formerer sig. Den fjerde form er et hudskifte stadium, som man kalder simplex. Det sidste stadium optræder hos alle bjørmedyr, når de skifter kutikula.

Mere overraskende er det nok, at bjørmedyr kan overleve og formere sig på Grønlands indlandis. Det sker i de små »mikroakvarier«, som kaldes kryokonit-huller, der opstår om sommeren, når sort støv samler sig på overfladen af isen.



Fig. 10. Prøvetagning i kryokonit huller i 900 m højde på Lyngmarksgletscheren, Disko af studenterne Marianne Krag Petersen og Nadja Møbjerg. Hullerne er først lige blevet blotlagt for sne d. 29. juli, 1990.
Foto: Peter Funch.

Solens varme absorberes af det vinddeponerede støv, og der dannes små vandfyldte huller med det såkaldte kryokonit-støv i bunden (fig.9). Diameteren af hullerne er ca. 5 - 25 cm, og dybden er normalt ca. 10-20 cm. Op til 2 % af kryokonit-støvet kan være kosmisk støv, som igen kan indeholde en lille del jernmeteorit-støv. Temperaturen midt på dagen kan i det sorte støv være helt op til 6° C, hvilket muliggør en rig mikroflora af jern- og cyanobakterier, alger og svampe. Dette danner fødegrundlaget for hjuldyr og bjørmedyr. I Grønland er der således fundet seks arter af bjørmedyr, som lever permanent i kryokonithuller. Nogle af arterne er helt sorte. Man antager, at deres kraftige pigmentering er en beskyttelse mod UV-stråling i stor højde, men den sorte farve absorberer også sollyset hurtigere. Allerede i 1897 blev der beskrevet bjørmedyr fra vestgrønlandske kryokonit-huller, men først i 1970'erne blev det erkendt, at der findes en permanent fauna af bjørmedyr, som udelukkende er tilknyttet kryokonit-huller. Undersøgelserne udgik fra Arktisk Station på Disko, bl.a på Lyngmarksgletscheren (fig.10). Den mest dominerende art er *Diphascon recamieri*, som i et enkelt gram kryokonit-støv kan optræde med op til 285 individer. Det er selvfølgelig ingenting imod de 20.000 individer af det panserede bjørmedyr, der er fundet i et enkelt gram mos fra Tyrkiet. Men hvis man tager i betragtning, at over 80 % af Grønland er dækket af gletschere og indlandsis, må man betegne »isbjørmedyrene« som Grønlands almindeligste dyr. Men her slutter eventyret ikke; i 1992 fandt Anette Grøngaard (fig. 11), på det tidspunkt min specialestuderende, bjørmedyr dybt nede i Grønlands indlandsis. Bjørmedyrene findes i forbindelse med smeltevandseleve, som gennemhuller indlandsisen ned til grundfjeldet. Hun fandt under franske huleekspeditioner nedskyllet kryokonit-støv med levende hjuldyr og bjørmedyr i over



Fig. 11. Bjørnedyrskforskeren Annette Grøngaard på vej ned i en is-moulin, en »brønd« i Indlandsisen dannet af smeltevandsfloder fra isens overflade. Fotoet er taget fra en dybde af 110 m mod indgangshullet.

Foto: M. J. Lambertson.

100 meters dybde, i de såkaldte ismouliner, som er en slags underjordiske iskatedraler, der kan minde om landjordens drypstenshuler. Det viste sig at arten *Diphascon recamierei* endda kunne formere sig nede i ismoulinerne, selvom der intet sollys var til stede. Man formoder, at denne art af bjørnedyr spiser bakterier, og i ismoulinerne lever de muligvis af jernbakterier, som er kemo-autotrofe bakterier, der ikke behøver sollys. Desværre blev hendes enestående opdagelse ikke publiceret i *Nature* eller *Science*. Faktisk blev hendes afhandling om isbjørnedyrerne forkastet i et engelsk tidsskrift!

Danmark som førende nation indenfor bjørnedyrforskningen

Allerede O. F. Müller var i 1785 den første som placerede bjørnedyrerne i det zoologiske system. Derefter fulgte der en lang række af danske og skånske zoologer så som Thulin, Tuxen, B. Petersen og Hallas, som arbejdede med bjørnedyr systematisk eller zoogeografisk. Deres samlinger er nu opbevaret på Zoologisk Museum, men ellers blev deres udmærkede arbejde ikke kendt for offentligheden.

I slutningen af 1980'erne var der opstået et miljø ved Københavns Universitet, som tiltrak speciale- og ph.d-studerende, men også dygtige postdocs fra udlandet kom for at arbejde med bjørnedyr. Gruppen af forskere blev ledet af undertegnede, men det var navnlig Hans Ramløv og Peter Westh som kom med banebrydende resultater indenfor bjørnedyrernes evne til at gå i kryptobiose. Senere stødte også postdoc Jonathan C. Wright fra England til arbejdsgruppen. På rekordtid viste de, at det ikke var morfologiske og cellebiologiske tilpasninger,

som var hovedårsagen til at bjørmedyr kunne gå i kryptobiose, men rent biokemiske tilpasninger, som er opstået uafhængigt i mange forskellige organismer så som hjuldyr, rundorme, bjørmedyr, krebsdyr-embryoner og larver af insekter. Alle disse organismer danner kryptobiose-protoktive stoffer, så som lav-molekylære sukkerstoffer som trehalose, der går ind og erstatter vand i de biologiske membraner, når de tørrer ud. Man kunne dog ikke påvise trehalose hos hjuldyr, og faktisk var koncentrationen af trehalose ret lavt hos bjørmedyr. Det blev også påvist, at kryobiose virkelig eksisterede. Flere arktiske bjørmedyr og vores »laboriedyr« *Richtersius coronifer* fra Öland havde tilpasninger til at fryse uden at gå i anhydrobiose. Nogle af disse biokemiske tilpasninger til lynfrysning skyldes tilstedeværelsen af store proteiner i kropsvæsken, som også er kendt fra frysetolerante insekter. Arbejdsgruppen omkring kryptobiose hos bjørmedyr overlevede desværre ikke på Københavns Universitet, men i 2000 samledes vi alle for en sidste gang på KU og diskuterede fænomenet kryptobiose hos bjørmedyr. Heldigvis fortsatte undersøgelser over kryptobiose og vands rolle i biologiske systemer ved Roskilde Universitets Center.

Ballonflyvninger og fremtidige rumforsøg

Det er klart, at kryptobiose hos bjørmedyr har været nævnt i forbindelse med rumforsøg og rumrejser, men det er også blevet diskuteret, hvorvidt der er nogen chance for overførsel af ekstraterrestrisk liv fra en planet til en anden i vores solsystem. Indtil videre er det kun blevet til »snak«, og egentlige rumforsøg er ikke blevet foretaget. Derimod er det lykkedes at få bjørmedyr med på flere ballonflyvninger, som gik op i stratosfæren. I 2001 og 2002 blev fire bjørmedyr-arter sendt med BIOPLAN fra Trapani, Sicilien. Den højeste overlevelsesrate (92-95 %) fandtes hos heterotardigraden *Echiniscus testudo* og eutardigraden *Ramazottius oberhaeuseri*. Senere i 2004 blev de samme dyr sendt med en ballon fra Kiruna (BEXUS-flight). Denne ballon nåede op i 40 km's højde. Her overlevede 37,5 % af *E. testudo*, der allerede havde været med på BIOPLAN-flyvningen – én gang. Frisk materiale af *Milnesium tardigradum* fra Nivå havde en overlevelsesrate på 72,5 %. Forsøgene viser, at bjørmedyr uden større problemer kan overleve i stratosfæren i 40 km's højde. Det var ideen, at bjørmedyr skulle være sendt ud i det ydre rum, men på grund af nogle uheld med Ariane raketter og Foton-eksperimentet i Rusland har vi stadig ingen resultater angående bjørmedyrs overlevelse i det ydre rum.

Litteratur:

- Aguinardo, A. M., Turbeville, J. M., Linford, L. S., Rivera, M. C., Garey, J. R., Raff, R. A. & Lake, J. A. (1977): Evidence for a clade of nematodes, arthropods, and other moulting animals. *Nature* 387: 489-493.
- Conway Morris, S. (1998): The crucible or creation. The Burgess Shale and the rise of animals. Oxford University Press, Oxford.
- Gould, S. J. (1989): Wonderful Life. The Burgess Shale and the nature of history. W.W. Norton & Company, New York.
- Jørgensen, A. & Kristensen, R. M. (2001): A new tanarctid arthrotardigrade with buoyant bodies. – *Zoologischer Anzeiger* 240: 425-439
- Kristensen, R. M. (1978): Notes on marine Heterotardigrades I. Description of two new *Batillipes* species, using the electron microscope. – *Zoologischer Anzeiger, Jena* 200: 1-17.



*Fig. 12. Opsendelsen af bjørnedyr i kryptobiose med BIOPLAN fra Trapani, Sicilien i 2001. Ballonflyvningen gik op i stratosfæren, men ikke ud i det ydre rum
Foto: C. Ricci.*



*Fig. 12. Opsendelsen af bjørnedyr i kryptobiose med BIOPLAN fra Trapani, Sicilien i 2001. Ballonflyvningen gik op i stratosfæren, men ikke ud i det ydre rum
Foto: C. Ricci.*

- Kristensen, R. M. (1982): The first record of cyclomorphosis in Tardigrada based on a new genus and species from Arctic meiobenthos. – *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung* 20(4): 249-270.
- Kristensen, R. M. (1991): Loricifera - A general biological and phylogenetic overview. - DZG-Symposium: New higher taxa – presented by their discoverers. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft*. 84: 231-246.
- Ramløv, H. & Westh, P. (1992): Survival of the cryptobiotic tardigrade *Adorybiotus coronifer* during cooling to -196° C. effect of cooling rate, trehalose level, and shorter acclimation. *Cryobiology* 29: 125-130.
- Ramløv, R. & Westh, P. (2001): Cryptobiosis in the eutardigrade *Adorybiotus (Richtersius) coronifer*: Tolerance to alcohols, temperature and *de novo* protein synthesis. *Zoologischer Anzeiger* 240: 517-523.
- Spallanzani, L. (1776): *Opuscoli di Fisica Animale e Vegetabile*. Societa Tipografica, Modena.
- Westh, P. & Kristensen, R. M. (1992): Ice formation in the freeze-tolerance eutardigrades *Adorybiotus coronifer* and *Amphibolus nebulosus* studied by differential scanning calorimetry. *Polar Biology* 12: 693-699.
- Wright, J. C. (2001): Cryptobiosis 300 years on from van Leuwenhoek: What have we learned about tardigrades? *Zoologischer Anzeiger* 240: 563-582.

Bekendtgørelse om jagttid for visse pattedyr og fugle m.v.

Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 815 af 22. september 1999

I medfør af § 3, stk. 2 og 3, § 4, stk. 2, § 7, stk. 1, § 20, stk. 4, § 49, stk. 3 og § 54, stk. 3, i lov nr. 269 af 6. maj 1993 om jagt og vildtforvaltning fastsættes:
(De viste jagttider er gældende til april 2006. Eventuelle ændringer kan herefter ses på www.sns.dk)

Kapitel I

Generelle jagttider

§ 1. Følgende jagttider gælder for de vildtarter, der er nævnt nedenfor.

1) Hovdyr:

Kronhjort.....	01.09-31.01
Kronhind og kalv.....	01.10-31.01
Dåhjort.....	01.09-31.01
Då og kalv.....	01.10-31.01
Sikahjort.....	01.09-31.01
Sikahind og kalv.....	01.10-31.01
Råbuk.....	16.05-15.07
	og
Rå og lam.....	01.10-15.01
Muflonvædder.....	01.09-31.01
Muflonfår og lam.....	01.10-31.01
Vildsvin, ome.....	01.09-31.01
Vildsvin, so og grise.....	01.10-31.01

2) Rovdyr:

Ræv.....	01.09-31.01
Husmår.....	01.09-31.01

3) Gnavere:

Hare.....	01.10-31.12
Vildkanin.....	01.09-31.01

4) Andefugle:

Grågås.....	01.09-31.12
Blisgås.....	01.09-31.12
Sædgås.....	01.09-31.12
Kortnæbbet gås.....	01.09-31.12
Gråand.....	01.09-31.12
Atlingand.....	01.09-31.12
Krikand.....	01.09-31.12
Spidsand.....	01.09-31.12
Pibeand.....	01.09-31.12
Skeand.....	01.09-31.12
Knarand.....	01.09-31.12
<i>Ovenstående andefugle på fiskeriterritoriet desuden.....</i>	<i>01.01-15.01</i>

Canadagås	01.09-31.12
<i>Canadagås på fiskeriterritoriet desuden</i>	<i>01.01-31.01</i>
Taffeland	01.10-31.01
Troidand	01.10-31.01
Bjergand	01.10-31.01
Hvinand	01.10-31.01
Havlit.....	01.10-31.01
Ederfugl (hun).....	01.10-15.01
Ederfugl (han).....	01.10-31.01
<i>Ederfugl på fiskeriterritoriet uden for</i> <i>EF-fuglebeskyttelsesområderne desuden</i>	<i>01.02-15.02</i>
Sortand	01.10-15.02
Fløjlsand.....	01.10-15.02
Stor skallesluger.....	01.10-31.01
Toppet skallesluger	01.10-31.01
5) Høsefugle:	
Agerhøne.....	16.09-31.10
Fasanhane.....	01.10-15.01
Fasanhøne.....	16.10-31.12
6) Vandhøns:	
Blishøne	01.09-31.01
7) Vadefugle:	
Dobbeltbekkasin.....	01.09-31.12
Enkeltbekkasin	nu fredet hele året
Skovsneppe	01.10-15.01
8) Mågefugle:	
Sildemåge.....	01.09-31.01
Sølvmåge.....	01.09-31.01
Svartbag	01.09-31.01
9) Duer:	
Ringdue	01.09-31.01
Tyrkerdue	01.10-30.11
10) Kragefugle:	
Husskade	01.09-31.01
Krage.....	01.09-31.01

Kapitel 2

Lokale jagttider

§ 2. Uanset bestemmelsen i § 1 gælder følgende jagttider for visse vildarter i de områder, der er nævnt nedenfor:

- 1) **Den del af fiskeriterritoriet, der ligger syd for breddegraden 55° 40':**
- | | |
|---------------------------|---------------|
| Stor skallesluger..... | ingen jagttid |
| Toppet skallesluger | ingen jagttid |

2) Vestsjællands Amt:

Øen Sejerø:

Råbuk	16.05-15.06
	og 16.12-15.01
Rå og lam.....	16.12-15.01
Hare.....	01.11-31.12
Agerhøne.....	16.10-31.10
Fasanhane.....	01.11-15.01
Fasanhøne.....	16.11-30.11

3) Storstrøms Amt:

Stor skallesluger.....	ingen jagttid
Toppet skallesluger.....	ingen jagttid

Øen Fejø:

Hare.....	16.10-31.12
Fasanhane.....	16.10-30.11
Fasanhøne.....	16.10-31.10

Øen Femø:

Hare.....	01.11-31.12
Fasanhane.....	16.10-31.12
Fasanhøne.....	01.11-02.11
Agerhøne.....	ingen jagttid

Øen Nyord:

Råbuk, rå og lam	ingen jagttid
Hare.....	16.10-30.11
Agerhøne.....	16.10-31.10
Fasanhane.....	16.10-31.12
Fasanhøne.....	16.10-31.10

4) Bornholms Amt:

Ræv	ingen jagttid
Stor skallesluger.....	ingen jagttid
Toppet skallesluger.....	ingen jagttid

5) Fyns Amt:

Stor skallesluger.....	ingen jagttid
Toppet skallesluger.....	ingen jagttid

Øen Langeland

Dåhjort	01.12-31.01
Då.....	01.01-31.01

Øen Lyø:

Råbuk, rå og lam	01.10-15.10
------------------------	-------------

Øen Strynø:

Hare.....	ingen jagttid
Fasanhane.....	1. og 2. lørdag i november samt alle lørdage i december
Fasanhøne.....	1. og 2. lørdag i november

Øen Ærø:

Råbuk	16.06-30.06
	og 01.11-07.11
Rå og lam	01.11-07.11
Hare	01.10-31.10
Fasanhøne	16.10-31.10

Bogense kommune samt den del af fiskeriterritoriet, der indgår i EF-fuglebeskyttelsesområde nr. 76, Nordfyn:

Blisgås	ingen jagttid
---------------	---------------

6) Sønderjyllands Amt:

Stor skallesluger	ingen jagttid
Toppet skallesluger	ingen jagttid

Øen Als:

Råbuk	16.05-15.07
	og 01.11-31.12
Rå og lam	01.11-31.12
Hare	01.11-31.12
Fasanhøne	01.11-31.12
Fasanhøne	01.11-31.12

Halvøen Kegnæs:

Råbuk, rå og lam	ingen jagttid
------------------------	---------------

Øen Rømø:

Kronhjort, kronhind og kalv	ingen jagttid
-----------------------------------	---------------

7) Ribe Amt:**Øen Mandø:**

Råbuk	ingen jagttid
Rå og lam	ingen jagttid
Agerhøne	ingen jagttid

8) Vejle Amt:**Øen Endelave:**

Råbuk	08.10-08.10
Rå og lam	ingen jagttid
Hare	ingen jagttid
Agerhøne	ingen jagttid

9) Viborg Amt:

Sædgås	ingen jagttid
--------------	---------------

Den del af amtet, der ligger nord for Limfjorden:

Kronhjort, kronhind og kalv	01.11-31.01
-----------------------------------	-------------

10) Nordjyllands Amt:

Sædgås	ingen jagttid
--------------	---------------

Den del af amtet, der ligger nord for Limfjorden og øst for hovedvejen mellem Aalborg og Løkken:

Kronhjort, kronhind og kalv	01.12-15.12
-----------------------------------	-------------

Kapitel 3

Andre bestemmelser

§ 3. Jagt må kun finde sted i tiden mellem solopgang og solnedgang. Ænder og gæs må dog jages i tiden fra 1½ time før solopgang til 1½ time efter solnedgang.

§ 4. Reder og ynglesteder med æg eller yngel må ikke ødelægges. Æg må ikke ødelægges.

§ 5. Kolonirugende fugles redetræer må ikke fældes i tiden 1. februar - 31. juli.

Stk. 2. Rovfugles og uglers redetræer må ikke fældes i perioden 1. februar - 31. august

Stk. 3. Digesvalereder må ikke ødelægges i perioden 1. april - 31. august.

Stk. 4. Hule træer og træer med spættehuller må ikke fældes i perioden 1. februar - 31. august.

§ 6. Grundejeren må ikke overdrage retten til at jage ande- og vadefugle, bortset fra skovsnepper og opdrættede gråænder, til andre for en periode, der er mindre end 1 år.

§ 7. Skov- og Naturstyrelsen kan i særlige tilfælde gøre undtagelse fra reglerne §§ 1-5.

Stk. 2. Skov- og Naturstyrelsens afgørelser efter stk. 1 kan ikke indbringes for anden administrativ myndighed.

Kapitel 4

Straf og ikrafttræden

§ 8. Med mindre højere straf er forskyldt efter anden lovgivning, straffes den, der overtræder § 3, § 4, § 5 og § 6 med bøde.

Stk. 2. Straffen kan stige til hæfte eller fængsel i indtil 2 år, hvis overtrædelsen er begået forsætligt eller ved grov uagtsomhed, og hvis der ved overtrædelsen er

- 1) voldt betydelig skade på de interesser, som loven tilsigter at beskytte, jf. lovens § 1, stk. 1, eller fremkaldt fare derfor, eller

- 2) opnået eller tilsigtet en økonomisk fordel for den pågældende selv eller andre.

§ 9. Bekendtgørelsen træder i kraft den 1. april 2000.

Stk. 2. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 1271 af 17. december 1996 om jagttid for visse pattedyr og fugle m.v. ophæves.

Markedsfortegnelsen for 2006

Øerne øst for Storebælt

Holbæk, hver tirsdag eksportmarked med heste og slagtekvæg.

Højby Sj., pinselørdag, heste.

Jægerspris, sidste weekend i juni, heste.

Ringsted, sidste lørdag i februar, anden lørdag i april, juni og oktober samt første lørdag i august, heste.

Øerne vest for Storebælt

Egeskov, 3. onsdag i september, heste og kreaturer.

Odense, hver mandag (eller hvis helligdag den første hverdag i ugen) eksportmarked med slagtekreaturer, heste og søer; hver onsdag marked med lev kvæg, smågrise og landboauktion.

Ørbæk, 2. lørdag i juli og den følgende søndag, heste, får og geder.

Jylland

Sønderjyllands amtskommune

Arnum, første lørdag i maj og tredje lørdag i september, heste.

Gram, pinselørdag, heste.

Høruphav, pinselørdag, heste.

Løgumkloster, 4. lørdag i april, heste.

Skærbæk, hver onsdag marked med heste og slagtekvæg.

Vollerup, sidste lørdag i juni, heste.

Kliplev, 2. weekend i juni.

Kliplev eksportmarked, hver tirsdag, slagtekvæg og søer.

Ribe amtskommune

Brørup, husdyrauktion hver fredag eftermiddag.

Bække, tredje lørdag i juni, marked med heste.

Grindsted, hver mandag marked med heste og slagtekvæg. Torvedag, grisemarked og husdyrauktion hver torsdag.

Ho, heste- og fåremarked, sidste lørdag i august.

Korskro Marked, Bededagene og 2. og 3. september, heste.

Strellev Kræmmer og hestemarked, første weekend i august.

Vorbasse, næstsidste fredag i juli, heste.

Vejle amtskommune

Horsens, hver onsdag eksportmarked med heste og slagtekvæg; hver fredag marked med lev kvæg. Torvedag hver onsdag og lørdag; landboauktion og grisemarked hver fredag.

Kolding, hver tirsdag eksportmarked med heste og slagtekvæg, får og søer.
Vejle, hver torsdag marked med levekvæg.

Ringkøbing amtskommune

Herning, hver torsdag eksportmarked med heste og slagtekvæg. Torvedag hver anden lørdag, grisemarked hver torsdag.
Holstebro, hver mandag eksportmarked med heste og slagtekvæg.
Lemvig, hver tirsdag marked med heste og slagtekvæg og søer.
Skjern, hver onsdag eksportmarked med heste og slagtekvæg.
Ulfborg, 2. weekend i august, heste og levekvæg.

Århus amtskommune

Hammel, hestemarked 1. lørdag i september.
Kolind, 2. onsdag i september, heste.
Randers, hver onsdag eksportmarked med heste og slagtekvæg; hver lørdag marked med heste og levekvæg.
Salten, 3. fredag i juni, heste.
Århus, hver mandag eksportmarked med heste og slagtekvæg på kvægtorvet.

Viborg amtskommune

Bjerringbro, 2. weekend i august, heste.
Hurup (Møllekroen), første lørdag i august og den følgende søndag heste.
Kjellerup, hver onsdag eksportmarked med heste og slagtekvæg og søer.
Skive, hver mandag eksportmarked med heste og slagtekvæg, husdyr og søer, hver fredag.
Thisted, hver torsdag eksportmarked med heste og slagtekvæg og søer, hver tirsdag marked med levekvæg, altid bededagsugen, start fredag, heste- og kræmmermarked.
Viborg, fjerde lørdag i april og september marked med heste, hver fredag husdyrauktion.
Vildsund, uge 30, heste.

Nordjyllands amtskommune

Brovst, første lørdag i august marked med heste.
Brønderslev, anden mandag i hver måned (i marts og september den første mandag) heste, hver onsdag husdyrauktion.
Flauenskjold, 2. weekend i september, heste.
Hjallerup, sommermarked med heste den første fredag i juni, med forprang dagen før.
Hobro, hver onsdag marked med slagtekvæg og søer, landbo- og husdyrauktion hver lørdag.
Jerslev, sidste weekend i juni.
Lyngså, hestemarked, første weekend i juli.
Løkken, heste og kræmmermarked, 2. weekend i juli.
Nibe, hver mandag marked med heste og slagtekvæg.
Pandrup, anden lørdag i september, heste.
Serritslev, hestemarked, første weekend i maj.
Sindal, altid Kristi himmelfartsdag, start torsdag, heste.

Ålborg, hver tirsdag eksportmarked med heste, slagtekvæg og søer. Hver torsdag marked med levekæg og grisemarked.

Års, hver mandag eksportmarked med heste, slagtekvæg og søer. Landboauktion hver fredag.

Opmærksomheden henledes på, at der på grund af helligdage og de veterinære sikkerhedsbestemmelser kan ske flytninger, eventuelt bortfald, af nogle i foranstående.

Det danske møntsystem

Regningsenheden er 1 krone, som deles i 100 øre.

Økonomiministeren kan efter forhandling med Danmarks Nationalbank lade præge og udstede mønter, herunder mønter til særlige lejligheder.

Danmarks Nationalbank varetager de produktionsmæssige og administrative opgaver i forbindelse med møntudstedelsen.

Bestemmelserne om mønternes pålydende, vægt, diameter, materiale og præg fastsættes ved kongelig anordning efter forhandling med Danmarks Nationalbank.

Økonomiministeren kan efter forhandling med Danmarks Nationalbank fastsætte, at mønter ikke længere er gyldige som betalingsmiddel. Fristen for ugyldiggørelse skal i forhold til statens kasser og Danmarks Nationalbank være mindst 3 måneder.

Mønter, der er væsentligt beskadiget eller slidte, er ikke lovlige betalingsmidler.

Ingen har pligt til i én betaling at modtage mere end femogtyve mønter af hver enhed.

Fra og med 1. juli 1989 ophørte 5- og 10-øre mønter med at være gyldige som betalingsmidler, og indløsningsforpligtelsen ophørte den 1. juli 1992.

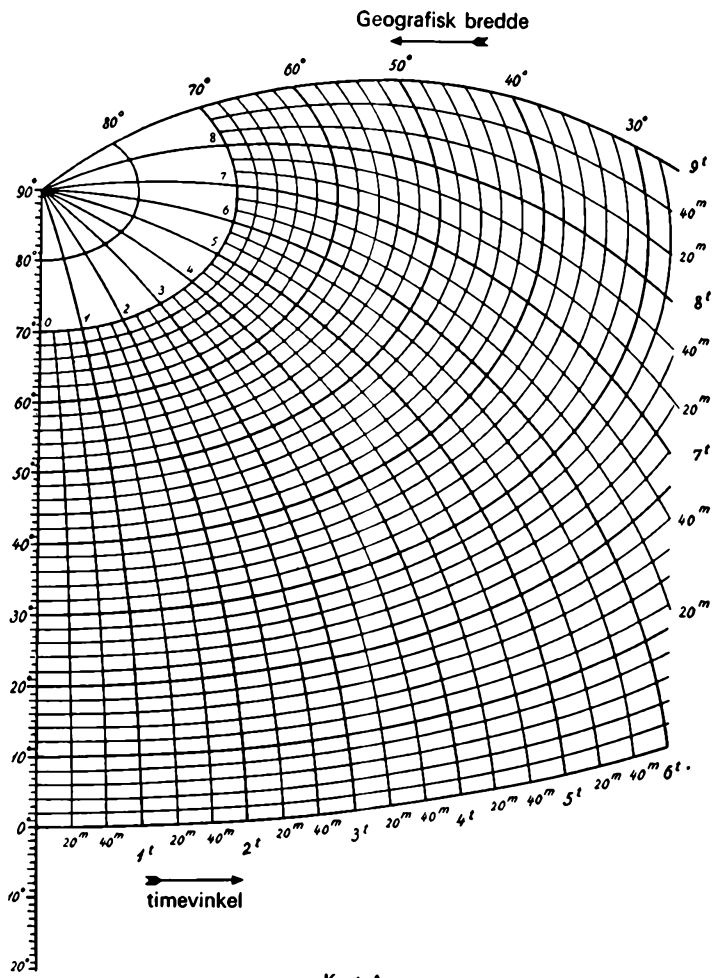
Ved betaling i dansk mønt af et ørebeløb, som ikke er deleligt med 25, afrundes dette til det nærmeste beløb, der kan deles med 25, medmindre andet er aftalt.

Møntrækken består af 25-øre, 50-øre, 1-krone, 2-krone, 5-krone, 10-krone og 20-krone.

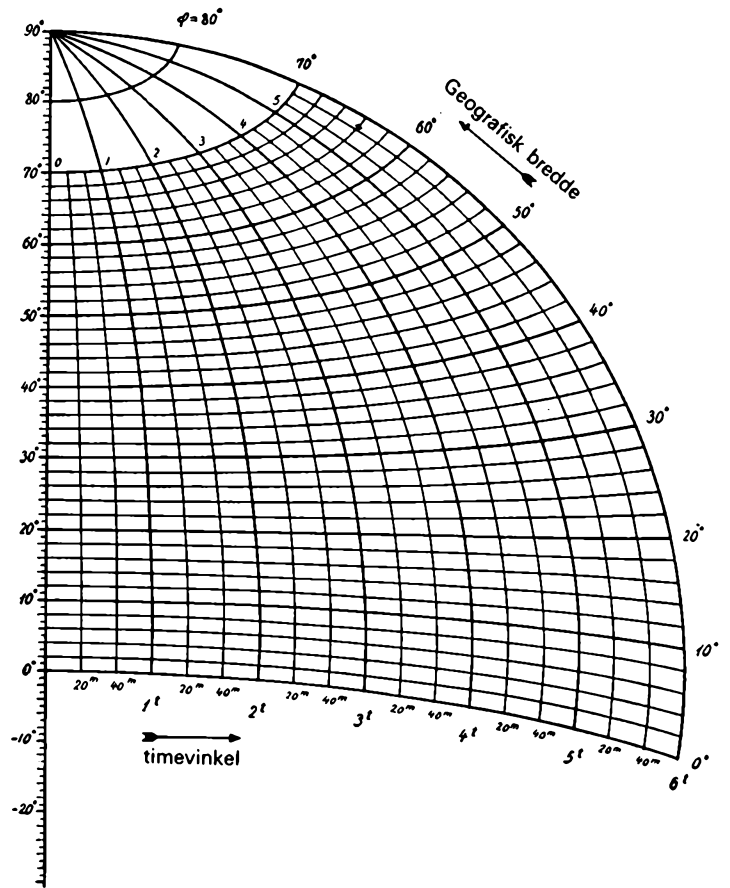
Møntsystemer i fremmede lande

(Meddelt af Danske Banks arbitrageafdeling)

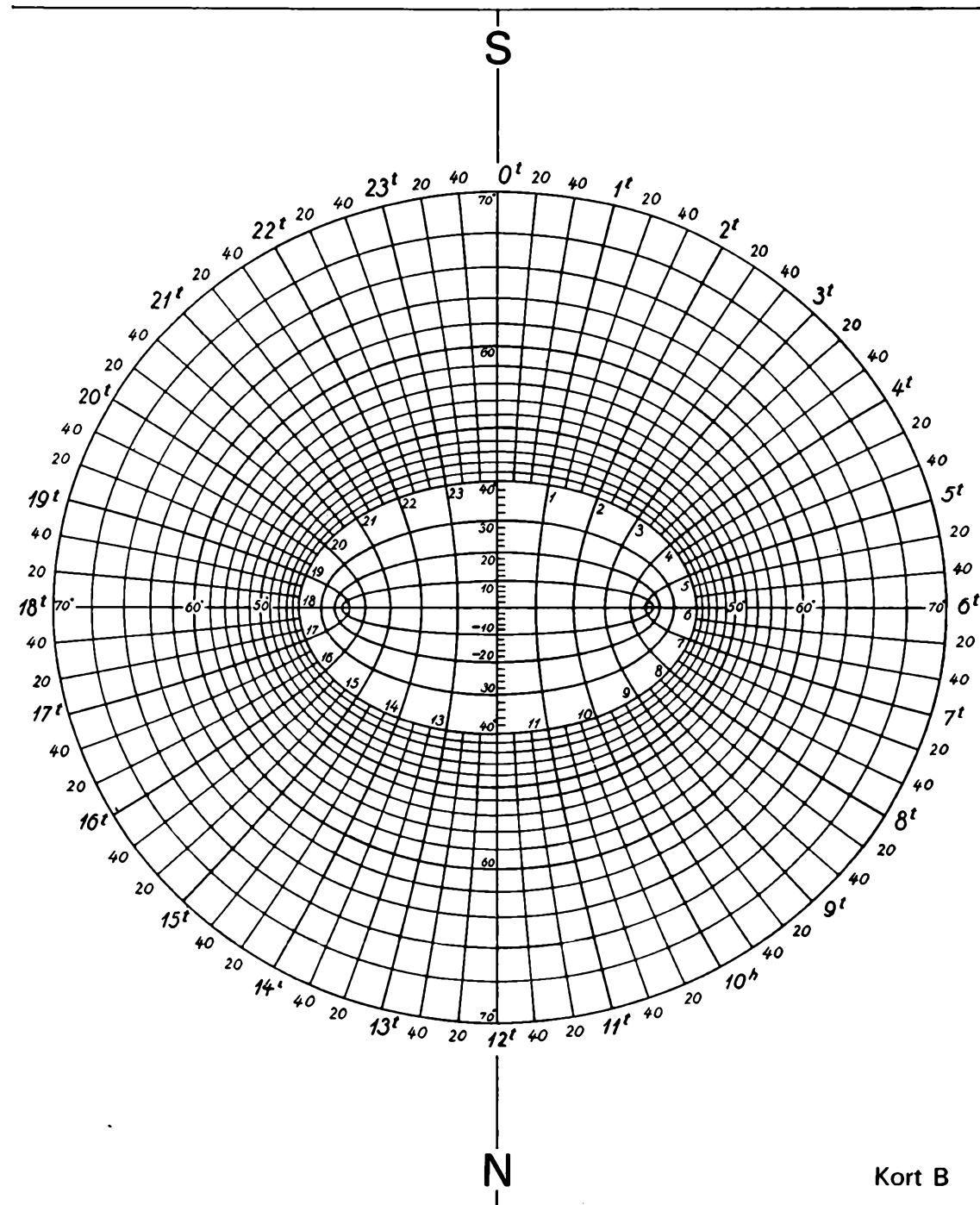
Albanien, 1 lek á 100 quintar	El Salvador, 1 colon á 100 centavos
Algeriet, 1 dinar á 100 centimer	England, 1 pund sterling á 100 pence
Argentina, 1 peso á 100 centavos	Estland, 1 kroon á 100 senti
Australien, 1 dollar á 100 cent	Etiopien, 1 birr á 100 cent
Bahrain, 1 dinar á 1000 fils	Filippinerne, 1 peso á 100 centavos
Bangladesh, 1 taka á 100 paisa	Finland, 1 euro á 100 cent
Belgien, 1 euro á 100 cent	For. Arab. Emirater, 1 dirham á 100 fils
Bolivia, 1 boliviano á 100 centavos	Frankrig, 1 euro á 100 cent
Botswana, 1 pula á 100 thebe	Gambia, 1 dalasi á 100 butut
Brasilien, 1 real á 100 centavos	Ghana, 1 cedi á 100 pesewas
Bulgarien, 1 leva á 100 stotinki	Grækenland, 1 euro á 100 cent
Canada, 1 dollar á 100 cent	Guatemala, 1 quetzal á 100 centavos
Chile, 1 peso á 100 centesimos	Haiti, 1 gourde á 100 centimer
Colombia, 1 peso á 100 centavos	Holland, 1 euro á 100 cent
Communauté Financière Africaine, 1 C.F.A. franc ¹	Hong Kong, 1 dollar á 100 cent
Costa Rica, 1 colon á 100 centimos	Indien, 1 rupee á 100 paise
Cuba, 1 peso á 100 centavos	Indonesien, 1 rupiah á 100 sen
Cypern, 1 pund á 100 cent	Iran, 1 rial á 100 dinar
Ecuador, 1 us.dollar á 100 cent	Irak, 1 dinar á 1000 fils
Eire, 1 euro á 100 cent	Island, 1 krone á 100 øre



Kort A



Kort C



Tabel III. Påskedags-numrene for årene 1751-2050.

År	Nr.	År	Nr.	År	Nr.	År	Nr.	År	Nr.	År	Nr.
751	21	1801	15	1851	30	1901	17	1951	4	2001	25
752	sk 12	1802	28	1852	sk 21	1902	9	1952	sk 23	2002	10
753	32	1803	20	1853	6	1903	22	1953	15	2003	30
754	24	1804	sk 11	1854	26	1904	sk 13	1954	28	2004	sk 21
755	9	1805	24	1855	18	1905	33	1955	20	2005	6
756	sk 28	1806	16	1856	sk 2	1906	25	1956	sk 11	2006	26
757	20	1807	8	1857	22	1907	10	1957	31	2007	18
758	5	1808	sk 27	1858	14	1908	sk 29	1958	16	2008	sk 2
759	25	1809	12	1859	34	1909	21	1959	8	2009	22
760	sk 16	1810	32	1860	sk 18	1910	6	1960	sk 27	2010	14
761	1	1811	24	1861	10	1911	26	1961	12	2011	34
762	21	1812	sk 8	1862	30	1912	sk 17	1962	32	2012	sk 18
763	13	1813	28	1863	15	1913	2	1963	24	2013	10
764	sk 32	1814	20	1864	sk 6	1914	22	1964	sk 8	2014	30
765	17	1815	5	1865	26	1915	14	1965	28	2015	15
766	9	1816	sk 24	1866	11	1916	sk 33	1966	20	2016	sk 6
767	29	1817	16	1867	31	1917	18	1967	5	2017	26
768	sk 13	1818	1	1868	sk 22	1918	10	1968	sk 24	2018	11
769	5	1819	21	1869	7	1919	30	1969	16	2019	31
770	25	1820	sk 12	1870	27	1920	sk 14	1970	8	2020	sk 22
771	10	1821	32	1871	19	1921	6	1971	21	2021	14
772	sk 29	1822	17	1872	sk 10	1922	26	1972	sk 12	2022	27
773	21	1823	9	1873	23	1923	11	1973	32	2023	19
774	13	1824	sk 28	1874	15	1924	sk 30	1974	24	2024	sk 10
775	26	1825	13	1875	7	1925	22	1975	9	2025	30
776	sk 17	1826	5	1876	sk 26	1926	14	1976	sk 28	2026	15
777	9	1827	25	1877	11	1927	27	1977	20	2027	7
778	29	1828	sk 16	1878	31	1928	sk 18	1978	5	2028	sk 26
779	14	1829	29	1879	23	1929	10	1979	25	2029	11
780	sk 5	1830	21	1880	sk 7	1930	30	1980	sk 16	2030	31
781	25	1831	13	1881	27	1931	15	1981	29	2031	23
782	10	1832	sk 32	1882	19	1932	sk 6	1982	21	2032	sk 7
783	30	1833	17	1883	4	1933	26	1983	13	2033	27
784	sk 21	1834	9	1884	sk 23	1934	11	1984	sk 32	2034	19
785	6	1835	29	1885	15	1935	31	1985	17	2035	4
786	26	1836	sk 13	1886	35	1936	sk 22	1986	9	2036	sk 23
787	18	1837	5	1887	20	1937	7	1987	29	2037	15
788	sk 2	1838	25	1888	sk 11	1938	27	1988	sk 13	2038	35
789	22	1839	10	1889	31	1939	19	1989	5	2039	20
790	14	1840	sk 29	1890	16	1940	sk 3	1990	25	2040	sk 11
791	34	1841	21	1891	8	1941	23	1991	10	2041	31
792	sk 18	1842	6	1892	sk 27	1942	15	1992	sk 29	2042	16
793	10	1843	26	1893	12	1943	35	1993	21	2043	8
794	30	1844	sk 17	1894	4	1944	sk 19	1994	13	2044	sk 27
795	15	1845	2	1895	24	1945	11	1995	26	2045	19
796	sk 6	1846	22	1896	sk 15	1946	31	1996	sk 17	2046	4
797	26	1847	14	1897	28	1947	16	1997	9	2047	24
798	18	1848	sk 33	1898	20	1948	sk 7	1998	22	2048	sk 15
799	3	1849	18	1899	12	1949	27	1999	14	2049	28
800	23	1850	10	1900	25	1950	19	2000	sk 33	2050	20

Tabel IV. De til påskedags-numrene svarende år i tidsrummet 1751-2050.

Nr.	
1	1761, 1818
2	1788, 1845, 1856, 1913, 2008
3	1799, 1940
4	1883, 1894, 1951, 2035, 2046
5	1758, 1769, 1780, 1815, 1826, 1837, 1967, 1978, 1989
6	1785, 1796, 1842, 1853, 1864, 1910, 1921, 1932, 2005, 2016
7	1869, 1875, 1880, 1937, 1948, 2027, 2032
8	1807, 1812, 1891, 1959, 1964, 1970, 2043
9	1755, 1766, 1777, 1823, 1834, 1902, 1975, 1986, 1997
10	1771, 1782, 1793, 1839, 1850, 1861, 1872, 1907, 1918, 1929, 1991, 2002, 2013, 2024
11	1804, 1866, 1877, 1888, 1923, 1934, 1945, 1956, 2018, 2029, 2040
12	1752, 1809, 1820, 1893, 1899, 1961, 1972
13	1763, 1768, 1774, 1825, 1831, 1836, 1904, 1983, 1988, 1994
14	1779, 1790, 1847, 1858, 1915, 1920, 1926, 1999, 2010, 2021
15	1795, 1801, 1863, 1874, 1885, 1896, 1931, 1942, 1953, 2015, 2026, 2037, 2048
16	1760, 1806, 1817, 1828, 1890, 1947, 1958, 1969, 1980, 2042
17	1765, 1776, 1822, 1833, 1844, 1901, 1912, 1985, 1996
18	1787, 1792, 1798, 1849, 1855, 1860, 1917, 1928, 2007, 2012
19	1871, 1882, 1939, 1944, 1950, 2023, 2034, 2045
20	1757, 1803, 1814, 1887, 1898, 1955, 1966, 1977, 2039, 2050
21	1751, 1762, 1773, 1784, 1819, 1830, 1841, 1852, 1909, 1971, 1982, 1993, 2004
22	1789, 1846, 1857, 1868, 1903, 1914, 1925, 1936, 1998, 2009, 2020
23	1800, 1873, 1879, 1884, 1941, 1952, 2031, 2036
24	1754, 1805, 1811, 1816, 1895, 1963, 1968, 1974, 2047
25	1759, 1770, 1781, 1827, 1838, 1900, 1906, 1979, 1990, 2001
26	1775, 1786, 1797, 1843, 1854, 1865, 1876, 1911, 1922, 1933, 1995, 2006, 2017, 2028
27	1808, 1870, 1881, 1892, 1927, 1938, 1949, 1960, 2022, 2033, 2044
28	1756, 1802, 1813, 1824, 1897, 1954, 1965, 1976, 2049
29	1767, 1772, 1778, 1829, 1835, 1840, 1908, 1981, 1987, 1992
30	1783, 1794, 1851, 1862, 1919, 1924, 1930, 2003, 2014, 2025
31	1867, 1878, 1889, 1935, 1946, 1957, 2019, 2030, 2041
32	1753, 1764, 1810, 1821, 1832, 1962, 1973, 1984
33	1848, 1905, 1916, 2000
34	1791, 1859, 2011
35	1886, 1943, 2038

Tabel V

Bevægelige helligdage

Skærtorsdag	Torsdag før påskesøndag
Langfredag	Fredag før påskesøndag
2. påskedag	Mandag efter påskesøndag
Bededag	Fjerde fredag efter påskesøndag
Kr. himmelfartsdag	Sjette torsdag - - -
2. pinsedag	Mandag efter pinsesøndag

Faste fest- og helligdage

Nytår	1. januar
Hellig 3 konger	6. januar
Danmarks befrielse	5. maj
Grundlovsdag	5. juni
Valdemarsdag	15. juni
St. Hansdag	24. juni
St. Michael	29. sep.
De forenede nationers dag	24. okt.
Morten bisp	11. nov.
Juledag	25. dec.
St. Stephan	26. dec.

Israel, 1 shekel á 100 agorot	Portugal, 1 euro á 100 cent
Italien, 1 euro á 100 cent	Qatar, 1 riyal á 100 dirham
Japan, 1 yen	Rumænien, 1 leu á 100 bani
Jordan, 1 dinar á 1000 fils	Rusland, 1 rubel á 100 kopek
Jugoslavien	Saudi Arabien, 1 riyal á 100 halalas
– Serbien, 1 dinar á 100 paras	Schweiz, 1 franc á 100 centimer
– Montenegro, 1 euro á 100 cent	Sierra Leone, 1 leone á 100 cent
Kenya, 1 shilling á 100 cent	Singapore, 1 dollar á 100 cent
Kina, 1 renminbi á 100 fen	Slovakiske Rep., 1 koruna á 100 halér
Kroatien, 1 kuna á 100 lipa	Slovenien, 1 tolar á 100 stotinov
Kuwait, 1 dinar á 1000 fils	Spanien, 1 euro á 100 cent
Letland, 1 lat á 100 santimi	Sri Lanka (Ceylon), 1 rupee á 100 cent
Libanon, 1 pund á 100 piastre	Sudan, 1 dinar á 100 girsh
Libyen, 1 dinar á 1000 dirham	Sverige, 1 krone á 100 øre
Litauen, 1 litas á 100 cent	Sydafrikanske Republik, 1 rand á 100 cent
Luxembourg, 1 euro á 100 cent	Sydkorea, 1 won á 100 jeon
Makedonien, 1 denar á 100 deni	Syrien, 1 pund á 100 piastre
Malawi, 1 kwacha á 100 tambala	Taiwan, 1 dollar á 100 cent
Malaysia, 1 ringgit á 100 sen	Tanzania, 1 shilling á 100 cent
Malgache, 1 franc malgache	Thailand, 1 baht á 100 satang
Malta, 1 lira á 100 cent	Tjekkiske Rep., 1 koruna á 100 halér
Marokko, 1 dirham á 100 centimer	Tunesien, 1 dinar á 1000 millimes
Mauretanien, 1 ouguiya	Tyrkiet, 1 lira á 100 kurus
Mexico, 1 peso á 100 centavos	Tyskland, 1 euro á 100 cent
Myanmar (Burma), 1 kyat á 100 pyas	Uganda, 1 shilling á 100 cent
Namibia, 1 rand á 100 cent	Ungarn, 1 forint á 100 fillér
New Zealand, 1 dollar á 100 cent	Uruguay, 1 peso á 100 centesimos
Nicaragua, 1 guld cordoba á 100 centavos	U.S.A., 1 dollar á 100 cent
Nigeria, 1 naira á 100 kobo	Venezuela, 1 bolivar á 100 centimos
Norge, 1 krone á 100 øre	Yemen, 1 riyal á 100 fils
Oman, 1 rial omani á 1000 baises	Zambia, 1 kwacha á 100 ngwee
Pakistan, 1 rupee á 100 paisa	Zimbabwe, 1 dollar á 100 cent
Paraguay, 1 guarani á 100 centimos	Ægypten, 1 pund á 100 piastre
Peru, 1 ny sol á 100 centimos	Østrig, 1 euro á 100 cent
Polen, 1 zloty á 100 groszy	

1. Samarbejdet omfatter følgende lande: Benin, Burkina Faso, Cameroun, Centralafrikanske republik, Comore Øerne, Congo, Elfenbenskysten, Gabon, Guinea-Bissau, Mali, Niger, Senegal, Tchad, Togo og Ækvatorialguinea.

Mål og vægt

udarbejdet af mag. scient., lic. scient et techn. Jørgen Thomas

Det internationale enhedssystem (SI) for mål og vægt, således som det senest er vedtaget af den 20. generalkonference for mål og vægt (oktober 1995).

1. Enhederne.

1.1 Grundenhederne.

Det internationale enhedssystem er baseret på syv grundenheder, der er givet i tabel 1.

Tabel 1.

Størrelse	SI-grundenhedens navn	Symbol
længde	meter	m
masse	kilogram	kg
tid	sekund	s
elektrisk strøm	ampere	A
termodynamisk temperatur	kelvin (se note 1)	K
stofmængde	mol	mol
lysstyrke	candela	cd

Note 1:

Foruden den termodynamiske temperatur (symbol T) udtrykt i kelvin, bruges også celsiustemperatur (symbol t), der er defineret ved ligningen

$$t = T - T_0$$

hvor pr. definition $T_0 = 273,15$ K.

Celsiustemperaturen udtrykkes i almindelighed i grad Celsius (symbol $^{\circ}\text{C}$). Enheden »grad Celsius« er således lig enheden »kelvin«, og interval eller forskel mellem to celsiustemperaturer udtrykkes normalt i grad Celsius.

Note 2:

Definitioner af grundenhederne i det internationale enhedssystem.

Meter En meter er defineret som længden af den vej, lyset gennemløber i det tomme rum i løbet af tiden $1/299\,792\,458$ sekund.

Kilogram Et kilogram er defineret som massen af den internationale normal for kilogram.

Sekund Et sekund er defineret som varigheden af $9\,192\,631\,770$ perioder af strålingen af cæsium-133 atomet ved overgang mellem grundtilstandens to hyperfinstruktur-niveauer.

Ampere En ampere er defineret som strømstyrken af en konstant elektrisk strøm, der – når den løber i to parallelle, rette, uendeligt lange ledere med forsvindende lille cirkulært tværsnit, som har en indbyrdes afstand på 1 meter og er anbragt i det tomme rum – bevirker, at den ene leder påvirker den anden med kraften 2×10^{-7} newton for hver meter.

Kelvin En kelvin er defineret som brøkdelen $1/273,16$ af vands tripelpunkts termodynamiske temperatur.

Mol Et mol er defineret som den stofmængde af et system, der indeholder lige så mange elementære dele, som der er atomer i $0,012$ kilogram kulstof-12. Ved brug af molet må de elementære dele specificeres; det kan være atomer, molekyler, ioner, elektroner, andre partikler eller specificerede grupper af sådanne partikler.

Candela En candela er defineret som lysstyrken i en given retning af en lyskilde, som udsender monokromatisk lys med en frekvens på 540×10^{12} hertz, og hvis strålingsstyrke i denne retning er $1/683$ watt pr. steradian.

1.2 Afledede enheder.

Afledede enheder og deres symboler dannes ved multiplikation og/eller division af grundenheder og SI-enheder med særlige navne; for eksempel er SI-enheden for hastighed meter pr. sekund (m/s), og SI-enheden for vinkelhastighed er radian pr. sekund (rad/s).

For nogle af de afledede SI-enheder er der vedtaget særlige navne og symboler:

Tabel 2.

Størrelse	SI-enhedens navn	Symbol	SI-enheden udtrykt ved grund- eller afledede enheder
frekvens	hertz	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹
kraft	newton	N	1 N = 1 kg · m/s ²
tryk, spænding	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
arbejde, energi, varmemængde	joule	J	1 J = 1 N · m
effekt ¹⁾	watt	W	1 W = 1 J/s
elektrisk ladning	coulomb	C	1 C = 1 A · s
elektrisk potential, elektromotorisk kraft, elektrisk spænding	volt	V	1 V = 1 W/A
elektrisk kapacitans	farad	F	1 F = 1 A · s/V
elektrisk resistans	ohm	Ω	1 Ω = 1 V/A
elektrisk konduktans	siemens	S	1 S = 1 Ω ⁻¹
magnetisk flux	weber	Wb	1 Wb = 1 V · s
magnetisk induktion, magnetisk fluxtæthed	tesla	T	1 T = 1 Wb/m ²
induktans	henry	H	1 H = 1 V · s/A
celsiustemperatur	grad celsius	°C	1 °C = 1 K
lystrøm	lumen	lm	1 lm = 1 cd · sr
belysningsstyrke, illuminans	lux	lx	1 lx = 1 lm/m ²
aktivitet (radioaktivitet)	becquerel	Bq	1 Bq = 1 s ⁻¹
(absorberet) dosis	gray	Gy	1 Gy = 1 J/kg
dosisækvivalent	sievert	Sv	1 Sv = 1 J/kg
vinkel	radian	rad	2)
rumvinkel	steradian	sr	3)

- 1) I vekselstrøms teknik udtrykkes tilsyneladende effekt i voltampere (VA) og reaktiv effekt i var (var).
- 2) En radian er den plane vinkel, som af en cirkel med centrum i vinklens toppunkt udskærer en buelængde lig cirkelens radius.
- 3) En steradian er den rumvinkel, som af en kugleflade med centrum i rumvinklens toppunkt udskærer et areal lig arealet af et plant kvadrat, hvis side er lig kuglens radius.

1.3 Multipla af SI-enheder.

Præfikserne givet i tabel 3 (SI-præfikserne) bruges til at danne navne og symboler for multipla af SI-enhederne.

Tabel 3.

Den faktor, hvormed enheden multipliceres	Præfik	
	Navn	Symbol
10^{24}	yotta	Y
10^{21}	zetta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z
10^{-24}	yocto	y

Navnet på grundenheden »kilogram« for masse indeholder SI-præfikset »kilo«; derfor dannes multipla af SI-enheden for masse ved at føje præfikserne til »gram« f.eks. milligram (mg) i stedet for mikrogram (μ kg).

1.4 Andre enheder, som må bruges sammen med SI-enhederne og disses decimale multipla.

Nedennævnte enheder uden for SI bevares enten på grund af deres praktiske betydning, eller fordi de bruges på specielle områder.

Enheder til generelt brug.

Tabel 4.

Størrelse	Enhedens navn	Enhedens symbol	Definition
tid	minut	min	1 min = 60 s
	time	h	1 h = 60 min
	døgn	d	1 d = 24 h
vinkel	grad	$^{\circ}$	$1^{\circ} = (q/180)\text{rad}$
	minut	'	$1' = (1/60)^{\circ}$
	sekund	"	$1'' = (1/60)'$
volumen	gon	gon	1 gon = $(q/200)\text{rad}$
	liter	l, L	1 l = 1L = 1 dm^3
masse	ton	t	1 t = 10^3 kg
luft- og væsketryk	bar	bar	1 bar = 10^5 Pa

Enheder til anvendelse inden for afgrænsede fagområder.

Tabel 5.

Størrelse	Enhedens navn	Enhedens symbol	Definition
længde	astronomisk enhed	ua	1 ua = 149 597,870×10 ⁶ m (System of astronomic constants, 1976)
	parsec	pc	1 pc er den afstand, fra hvilken en astronomisk enhed ses under vinklen 1 sekund 1 pc = 206 265 AE = 30857×10 ¹² m (tilnærmet)
	sømil ¹⁾		1 sømil = 1852 m
areal	ar	a ²⁾	1 a = 100 m ² 100 a = 1 ha kaldes hektar
hastighed	knob ¹⁾		1 knob = 1 sømil pr. time
masse	metrisk karat ³⁾		1 metrisk karat = 2×10 ⁻⁴ kg = 200 mg
	atommasseenhed	u	1 atommasseenhed er lig med 1/12 af massen af et atom er nuclidet ¹² C 1 u = 1,660 540 2×10 ⁻²⁷ kg (tilnærmet)
linear densitet	tex	tex ⁴⁾	1 tex = 10 ⁻⁶ kg/m = 1 mg/m
blodtryk	millimeter kviksølv	mmHg ⁵⁾	1 mm Hg = 133,3 Pa = 1,333 h Pa
energi	elektronvolt	eV	1 elektronvolt er den kinetiske energi, en elektron erhverver ved passage gennem en potentialdifferens på 1 volt i vakuum 1 eV = 1,602 177 33×10 ⁻¹⁹ J (tilnærmet)
optiske systems styrke	dioptri		1 dioptri = 1 m ⁻¹
aktivitet (radioaktivitet)	curie	Ci	1 Ci = 3,7×10 ¹⁰ Bq
virknings-tværsnit	barn	b	1 b = 10 ⁻²⁸ m ²

1) Må kun anvendes inden for skibs- og luftfart. Den internationale hydrograforganisation (IHO) anbefaler at benytte M som symbol for sømil.

2) Areal af grunde og jorder.

3) Masse af ædle stene.

4) Masse pr. længde af tekstilfibre og -garmer.

5) Kun til måling af blodtryk.

2. Skriveregler

Internationale symboler for enheder.

Når der i det foregående er anført symboler for enheder, bør disse symboler benyttes. De sættes med lodret (ordinær) type (uanset hvilken type der bruges i den øvrige tekst); de forandres ikke i flertal, efterfølges ikke af punktum og anbringes efter størrelsens talværdi. Det er en almindelig regel, at de skrives med små bogstaver, medmindre enhedens navn er afledt af et personnavn.

Eksempler:

m	meter
kg	kilogram
s	sekund
A	ampere
Wb	weber

Kombination af enhedssymboler.

Når en sammensat enhed dannes ved multiplikation af to eller flere enheder, kan dette angives på følgende måder:

$$N \text{ m}, \quad N \cdot m$$

Når en sammensat enhed dannes ved division af en enhed med en anden, kan dette angives på en af følgende måder:

$$\frac{m}{s}, \quad m/s, \quad m \text{ s}^{-1} \quad \text{eller} \quad m \cdot \text{s}^{-1}$$

Omregningstabeller.

1. Masse, længde, areal og rumfang.

De i § 8 i lov nr. 124 af 4. maj 1907 om indførelse af det metriske system for mål og vægt anførte omregningsforhold mellem dagældende mål og vægt og metrisk mål og vægt anvendes fortsat.

2. Længde.

engelsk tomme (inch)

$$1 \text{ in} = 25,4 \text{ mm (eksakt)}$$

3. Masse pr. længde.

»tykkelse« af tekstilfibre

$$1 \text{ denier} = \frac{1}{9} \text{ tex} = \frac{1}{9} \text{ mg/m}$$

4. Rumfang.

registerton

$$1 \text{ registerton} = 100 \text{ engelske kubikfod} \\ = 2.832 \text{ m}^3$$

Der bør aldrig forekomme mere end én skrå brøkstreg (/) på samme linie, medmindre der anvendes parenteser for at undgå enhver misforståelse. I mere komplicerede tilfælde bør der anvendes potenser med negativ eksponent eller parenteser.

Symboler for præfikser sættes med lodret (ordinær) type (uanset hvilken type der bruges i den øvrige tekst) uden mellemrum mellem præfikset og enhedssymbolet.

Et præfiks anses for at høre til det enhedssymbol, som følger umiddelbart efter det; sammen danner de et nyt enhedssymbol, som kan opløftes til potens med positiv eller negativ eksponent, og som kan kombineres med andre enhedssymboler til symboler for sammensatte enheder.

Eksempler:

$$1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \mu\text{s}^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ kA/m} = (10^3 \text{ A})/\text{m} = 10^3 \text{ A/m}$$

Sammensatte præfikser må ikke forekomme.

Eksempel:

Skriv nm (nanometer) og ikke mµm.

5. Kraft

kilopond 1 kp = 9,806 65 N

6. Tryk.

millibar 1 mbar = 1 hPa

kilopond pr. kvadratcentimeter,
teknisk atmosfære 1 at = 98,066 5 kPa

1 ato er i samme skala benyttet til at
betegne overtryk over 1 at

fysisk atmosfære 1 atm = 101,325 kPa

Under betingelserne (eller omregnet
til) temperaturer: 0°C, tyngde-
acceleration: 9,806 65 m/s² og kvik-
sølvmassefylde: 13 595,1 kg/m³ er

meter vandsøjle (4°C) og

pound per square inch

1 atm = 760 mmHg = 760 Torr
1 mmHg = 1 Torr = 133,322 Pa
1 mH₂O = 9807 Pa
1 psi = 6,895 kPa

7. Energi.

kilopondmeter 1 kpm = 9,806 65 J

hestekrafttime 1 hkh = 2,468 MJ

kalorie I.T. 1 cal_{IT} = 4,186 8 J

kalorie 15°C 1 cal₁₅ = 4,185 5 J

termo-kemisk kalorie 1 cal_{th} = 4,184 J

(Ofte er der fejlagtigt udeladt præfikset
kilo og blot anført kalorie eller »en stor
kalorie« for kilokalorie).

8. Effekt.

kilopondmeter pr. sekund 1 kpm/s = 9,806 65 W

kilokalorie pr. sekund 1 kcal_{IT}/s = 4,186 8 kW

kilokalorie pr. time 1 kcal_{IT}/h = 1,163 0 W

hestekraft 1 hk = 735,5 W

horsepower 1 hp = 745,7 W

9. Dynamisk viskositet.

centipoise 1 cP = 10⁻³ Pa·s

10. Kinematisk viskositet.

centistokes 1 cSt = 10⁻⁶ m²/s

11. Aktivitet (radioaktivitet).

Radioaktive kilders styrke angives ved
antallet af kerneomdannelser eller -over-
gange i en vis mængde af et radionuclid
eller en radioaktiv kilde i et lille tidsin-
terval, divideret med dette tidsinterval.
Opgivne værdier for aktivitet er ikke
entydige, medmindre radionuclidet eller
den radioaktive kilde samt arten af
omdannelsen eller overgangen er specifi-
ceret.

curie

1 Ci = 3,7·10¹⁰s⁻¹ = 3,7·10¹⁰ Bq
(eksakt)

12. (Absorberet) dosis.rad..... 1 rad = 10^{-2} Gy**13. Eksposition.**røntgen 1 R = $2,58 \cdot 10^{-4}$ C/kg**14. Omregningsnøjagtighed.**

Ved omregning mellem gamle og nye enheder bør der i almindelighed ikke medtages flere betydende cifre, end der forekommer i den oprindeligt givne størrelse.

15. Ældre danske mål.

Tabeller for omregning mellem ældre danske måleenheder og SI-enhederne findes i Københavns Universitets Almanak for 1992 (eller tidligere).

Oversigtskalender 2006

	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	
1													1
2													2
3													3
4													4
5													5
6													6
7													7
8													8
9													9
10													10
11													11
12													12
13													13
14													14
15													15
16													16
17													17
18													18
19													19
20													20
21													21
22													22
23													23
24													24
25													25
26													26
27													27
28													28
29													29
30													30
31													31

TIL NOTATER:

JANUAR 2006

187

S	1	Uge 52	<i>Nytår</i>
M	2	Uge 1	
T	3		
O	4		
To	5		
F	6	<i>Helligtrekonger</i>	
L	7		
S	8		
M	9	Uge 2	
T	10		
O	11		
To	12		
F	13		
L	14		
S	15		
M	16	Uge 3	
T	17		
O	18		
To	19		
F	20		
L	21		
S	22		
M	23	Uge 4	
T	24		
O	25		
To	26		
F	27		
L	28		
S	29		
M	30	Uge 5	
T	31		

22 hverdage ekskl. 4 lørdage

TIL NOTATER:

FEBRUAR 2006

189

O	1
To	2 <i>Kyndelmisse</i>
F	3
L	4
S	5 <i>Kronprinsesse Mary</i>
M	6 Uge 6
T	7
O	8
To	9
F	10
L	11
S	12
M	13 Uge 7
T	14
O	15
To	16
F	17
L	18
S	19
M	20 Uge 8
T	21
O	22
To	23
F	24
L	25
S	26 <i>Fastelavn</i>
M	27 Uge 9
T	28

20 hverdage ekskl. 4 lørdage

TIL NOTATER:

O 1
To 2
F 3
L 4
S 5
M 6 Uge 10
T 7
O 8
To 9
F 10
L 11
S 12
M 13 Uge 11
T 14
O 15
To 16
F 17
L 18
S 19
M 20 Uge 12 <i>Jævn døgn</i>
T 21
O 22
To 23
F 24
L 25
S 26 <i>Sommertid begynder*)</i>
M 27 Uge 13
T 28
O 29
To 30
F 31

23 hverdage ekskl. 4 lørdage

*) Sommertid begynder 26. marts. Uret stilles 1 time frem kl. 02.00

TIL NOTATER:

L	1	
S	2	
M	3	Uge 14
T	4	
O	5	
To	6	
F	7	
L	8	
S	9	<i>Palmesøndag</i>
M	10	Uge 15
T	11	
O	12	
To	13	<i>Skærtorsdag</i>
F	14	<i>Langfredag</i>
L	15	
S	16	<i>Påskedag Dronning Margrethe II</i>
M	17	<i>Uge 16 2. påskedag</i>
T	18	
O	19	
To	20	
F	21	
L	22	
S	23	
M	24	Uge 17
T	25	
O	26	
T	27	
F	28	
L	29	
S	30	

17 hverdage ekskl. 5 lørdage

TIL NOTATER:

M	1	Uge 18
T	2	
O	3	
To	4	
F	5	<i>Danmarks befrielse De lyse nætter begynder</i>
L	6	
S	7	
M	8	Uge 19
T	9	
O	10	
To	11	
F	12	<i>St. Bededag</i>
L	13	
S	14	
M	15	Uge 20
T	16	
O	17	
To	18	
F	19	
L	20	
S	21	
M	22	Uge 21
T	23	
O	24	
To	25	<i>Kr. Himmelfartsdag</i>
F	26	<i>Kronprins Frederik</i>
L	27	
S	28	
M	29	Uge 22
T	30	
O	31	

21 hverdage ekskl. 4 lørdage

TIL NOTATER:

To 1
F 2
L 3
S 4 <i>Pinsedag</i>
M 5 Uge 23 <i>2. pinsedag</i> <i>Grundlovsdag</i>
T 6
O 7 <i>Prins Joachim</i>
To 8
F 9
L 10
S 11 <i>Prins Henrik</i>
M 12 Uge 24
T 13
O 14
To 15 <i>Valdemarsdag</i>
F 16
L 17
S 18
M 19 Uge 25
T 20
O 21 <i>Solhverv, længste dag</i>
To 22
F 23
L 24 <i>Sankt Hansdag</i>
S 25
M 26 Uge 26
T 27
O 28
To 29
F 30

21 hverdage ekskl. 4 lørdage

TIL NOTATER:

L 1	
S 2	
M 3	Uge 27
T 4	
O 5	
To 6	
F 7	
L 8	
S 9	
M 10	Uge 28
T 11	
O 12	
To 13	
F 14	
L 15	
S 16	
M 17	Uge 29
T 18	
O 19	
To 20	
F 21	
L 22	
S 23	<i>Hundredagene begynder</i>
M 24	Uge 30
T 25	
O 26	
To 27	
F 28	
L 29	
S 30	
M 31	Uge 31

21 hverdage ekskl. 5 lørdage

TIL NOTATER:

AUGUST 2006

201

T 1
O 2
To 3
F 4
L 5
S 6
M 7 Uge 32 <i>De lyse nætter ender</i>
T 8
O 9
To 10
F 11
L 12
S 13
M 14 Uge 33
T 15
O 16
To 17
F 18
L 19
S 20
M 21 Uge 34
T 22
O 23 <i>Hundredagene ender</i>
To 24
F 25
L 26
S 27
M 28 Uge 35
T 29
O 30
To 31

23 hverdage ekskl. 4 lørdage

TIL NOTATER:

F	1	
L	2	
S	3	
M	4	Uge 36
T	5	
O	6	
To	7	
F	8	
L	9	
S	10	
M	11	Uge 37
T	12	
O	13	
To	14	
F	15	
L	16	
S	17	
M	18	Uge 38
T	19	
O	20	
To	21	
F	22	
L	23	Jævn døgn
S	24	
M	25	Uge 39
T	26	
O	27	
To	28	
F	29	
L	30	

21 hverdage ekskl. 5 lørdage

TIL NOTATER:

S 1
M 2 Uge 40
T 3
O 4
To 5
F 6
L 7
S 8
M 9 Uge 41
T 10
O 11
To 12
F 13
L 14
S 15
M 16 Uge 42
T 17
O 18
To 19
F 20
L 21
S 22
M 23 Uge 43
T 24 FN dag
O 25
To 26
F 27
L 28
S 29 <i>Sommertid ender*</i>)
M 30 Uge 44
T 31

22 hverdage ekskl. 4 lørdage

*) Sommertid slut 29. oktober. Uret stilles 1 time tilbage kl. 03.00

TIL NOTATER:

NOVEMBER 2006

207

O 1
To 2
F 3
L 4
S 5
M 6 Uge 45
T 7
O 8
To 9
F 10
L 11 <i>Morten Bisp</i>
S 12
M 13 Uge 46
T 14
O 15
To 16
F 17
L 18
S 19
M 20 Uge 47
T 21
O 22
To 23
F 24
L 25
S 26
M 27 Uge 48
T 28
O 29
To 30

22 hverdage ekskl. 4 lørdage

TIL NOTATER:

F	1	
L	2	
S	3	<i>1. s. i Advent</i>
M	4	Uge 49
T	5	
O	6	
To	7	
F	8	
L	9	
S	10	<i>2. s. i Advent</i>
M	11	Uge 50
T	12	
O	13	
To	14	
F	15	
L	16	
S	17	<i>3. s. i Advent</i>
M	18	Uge 51
T	19	
O	20	
To	21	
F	22	<i>Solhverv, korteste dag</i>
L	23	
S	24	<i>4. s. i Advent Juleaften</i>
M	25	Uge 52 <i>Juledag</i>
T	26	<i>2. juledag</i>
O	27	
T	28	
F	29	
L	30	
S	31	

19 hverdage ekskl. 5 lørdage

Solens op- og nedgang 2006 i Odense, Esbjerg, Århus	40
Solformørkelser i 2006	11
Sommertid	42
Stjernekortenes anvendelse	69
Stjernesked	65
Stjerner, klare	70
Stjerner, tabel over positioner for	71
Stjernetid	42
Tidssignaler, danske	88
Tusmørket	42
Ugenummerering	14
Universitetsalmanakken	7
Vindstyrker og vindhastigheder, tabel til sammenligning af	95
Zonetider	84